



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 석사학위논문

가속소음을 활용한
교통사고 심각도 분석에 관한 연구
A Study on Accident Severity Analysis
Using Acceleration Noise

2014년 2월

서울대학교 환경대학원
환경계획학과 교통관리전공
정 문 학

가속소음을 활용한 교통사고 심각도 분석에 관한 연구

지도교수 이 영 인

이 논문을 도시계획학 석사학위 논문으로 제출함

2013년 10월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과 교통관리전공

정 문 학

정문학의 도시계획학 석사학위 논문을 인준함

2013년 12월

위 원 장 _____(인)

부위원장 _____(인)

위 원 _____(인)

국 문 초 록

교통사고를 감소시키기 위한 노력으로 안전시설 확충, 사고다발지점 개선 등 도로의 안전성을 확보하기 위한 사후적 조치들이 지금까지 많이 시행되어 왔다. 하지만 여전히 사고의 발생률이 높은 실정이다. 따라서 근본적으로 교통사고 발생을 줄이기 위한 사전적 조치의 시행이 필요하다. 이를 위하여 잠재적 교통사고 발생확률이 높은 지점이나 구간을 선정할 필요가 있다.

차량의 속도 변화가 크면 차량 간의 상대속도 변화도 증가하게 된다. 이는 교통류를 불안정 하게 하여 도로의 위험도가 높아진다. 도로의 위험도가 높거나 혼잡한 상태의 교통류 특성이 나타나는 경우 반드시 사고 발생률이 높아진다고 할 수는 없으나, 사전적 조치의 시행을 위해서는 도로의 위험도를 평가해야 할 것이다. 하지만 현재 도로의 위험도를 평가할 수 있는 척도는 과거에 발생한 교통사고 자료를 활용하여 구축한 지표뿐이다.

기존 연구에서는 도로의 환경에 초점을 두고 변수를 선정하여 교통사고를 설명하였다면 본 연구에서는 주행 환경에 따라 변화하는 운전자의 운전행태에 초점을 두었다. 1초단위로 수집된 차량운행기록 데이터와 2008년 1월부터 2012년 12월까지 5년간의 교통사고 데이터를 이용하였으며, Moving window 기법을 활용하여 해당 구간의 가속소음 및 운전행태 데이터를 산출하였다. 이를 바탕으로 교통류 특성과 교통사고 심각도의 관계를 규명하였다.

분석결과 운전행태에 따른 도로와 교통류의 특성은 가속구간과 감속구간으로 구분 할 수 있었으며, 두 구간에서 서로 다른 결과가 도출되었다. 가속구간의 경우 평균속도가 23.8m/s보다 낮은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 증가하였다. 평균속도가 23.8m/s에서 25m/s까지 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속

소음은 감소하였지만 교통사고 심각도가 증가하였다. 평균속도가 25m/s보다 높은 경우 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 모두 감소하였다.

감속구간의 경우 평균속도가 25.2m/s보다 낮은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하지만 교통사고 심각도가 증가하였고, 평균속도가 25.2m/s보다 높은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 모두 감소하였다. 또한 가속구간에서 감속구간보다 교통사고가 더욱 많이 발생하며 주행환경에 큰 변화를 줄 수 있는 교통 시설이 운전자의 가·감속 행태에 영향을 주는 결과도 확인하였다.

결론적으로 가속소음과 속도를 도로의 위험도를 측정할 수 있는 지표로 활용할 수 있을 것이며, 이러한 변수가 교통사고를 설명하는 모형 구축 시 추가적인 설명변수로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

.....

◆ 주요어 : 교통사고 심각도, 가속소음, GPS data

◆ 학 번 : 2012-22807

<목 차>

I . 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위	4
1) 자료의 시간적 범위	4
2) 공간적 범위	5
3) 내용적 범위	5
3. 연구의 수행과정	6
 II . 관련이론 및 선행 연구 고찰	 9
1. 관련 이론	9
1) 가속소음의 정의	9
2) 사고분석기법	11
2. 선행 연구 고찰	13
1) 가속소음에 관한 연구	14
2) 교통사고 심각도 분석에 관한 연구	15
3) 시사점	18
 III . 교통사고 심각도 분석 방법론	 19
1. 방법론의 개요	19

2. Moving Window 기법	20
3. 교통사고 심각도 분석을 위한 변수 선정	24
1) 연구의 가설	24
2) 교통사고 심각도	25
3) 가속소음	26
4) 평균속도	27
5) 가·감속 구간구분	28
 IV. 자료특성 및 분석자료 구축	29
1. 자료특성	29
1) 분석대상구간	29
2) 차량운행기록 데이터	32
3) 사고데이터	34
2. 분석자료 구축	37
1) 차량운행기록 데이터구축	37
2) 교통사고데이터 구축	39
 V. 방법론의 적용	41
1. Moving Window기법의 적용	41
2. 차량운행기록 데이터 분석	44

3. 분석대상구간 분석	51
1) 가속구간 주행환경	51
2) 감속구간 주행환경	51
4. 교통사고 데이터 분석	52
5. 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계 분석	55
1) 가속구간에서 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계	56
2) 감속구간에서 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계	58
6. 소결	61
 VI. 결론 및 향후 연구과제	63
1. 결론	63
2. 연구의 한계 및 향후 연구과제	65
 ■ 참고문헌	66

<표 목차>

<표 1> Window의 속성정보	22
<표 2> 분석대상구간의 시간대별 평균속도	31
<표 3> TAAS의 교통사고 유형	36
<표 4> 구축한 차량운행기록 데이터 형식	38
<표 5> 구축한 교통사고데이터 유형	39
<표 6> 구축한 교통사고데이터 형식	40
<표 7> 교통사고 잦은 곳 선정 기준	41
<표 8> Window별 차량데이터와 사고데이터 집계	43
<표 9> 가속구간에서의 교통사고 심각도 변화	58
<표 10> 감속구간에서의 교통사고 심각도 변화	60

<그림 목차>

<그림 1> 연구흐름도	7
<그림 2> 분석방법의 수행절차	19
<그림 3> Moving Window 기법 예시	23
<그림 4> 분석대상구간 위치도	29
<그림 5> 2008~2012년 분석대상구간의 변화	30
<그림 6> 차량운행기록 데이터 형식	33
<그림 7> 차량 운행기록 Raw데이터	33
<그림 8> 개별교통사고 데이터의 사고 정보	34
<그림 9> 사고 위치 정보	35
<그림 10> 차량운행기록 데이터 구축 과정	38
<그림 11> 분석대상구간의 사고건수	40
<그림 12> 분석대상구간의 Windows, 차량운행궤적, 사고위치 ..	42
<그림 13> Window별 가속소음과 평균속도	44
<그림 14> 전체구간에서 평균속도분포	46
<그림 15> 전체구간에서 가속소음분포	46
<그림 16> 분석대상구간을 가속구간과 감속구간으로 구분	47
<그림 17> 가속구간 평균속도분포	48
<그림 18> 감속구간 평균속도분포	49
<그림 19> 가속구간 가속소음분포	49

<그림 20> 감속구간 가속소음분포	50
<그림 21> Window별 교통사고 건수	52
<그림 22> 전체구간 교통사고 심각도 분포	53
<그림 23> 가속구간 교통사고 심각도 분포	54
<그림 24> 감속구간 교통사고 심각도 분포	54
<그림 25> 전체구간에서 변수간의 관계	55
<그림 26> 가속구간의 교통사고 심각도와 변수간의 관계	56
<그림 27> 감속구간의 교통사고 심각도와 변수간의 관계	59

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

도로교통공단의 2013년 교통사고 추세 통계(경찰DB)에 따르면 한국의 전체 교통사고 발생건수는 2008년 21.6만 건이었고, 2012년에는 22.3만 건이었다. 또한 도로교통공단이 2012년에 발행한 「OECD회원국 교통사고 비교」에서의 2010년 자동차 1만대 당 국가별 교통사고 발생건수를 보면, 한국은 105.8건/1만대로써 OECD회원국 중 유일하게 자동차 1만 대당 발생건수가 100건 이상으로 가장 높았다.

반면 교통사고를 감소시키기 위한 노력은 계속되어 왔다. 안전시설 확충, 사고다발지점 개선 등 도로의 안전성을 확보하기 위한 사후적 조치가 시행되어 왔다. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 교통사고는 계속 증가하고 있기 때문에 사후적 조치 이외에 교통사고를 예방하기 위한 도로의 안전성평가에 대한 사전적 조치의 시행이 요구되고 있다. 이러한 사전적 조치를 시행하기 위해서는 잠재적 교통사고 발생확률이 높은 지점이나 구간의 선정이 필요하며, 이와 관련한 교통사고 예측모형에 대한 연구가 지속되어 왔다.

많은 연구자들이 교통사고를 설명할 수 있다고 생각하는 변수들인 교통량, 기하구조, 토지이용, 시설물 등을 고려하여 교통사고 예측모형을 개발해왔다. 이와 같은 교통사고 예측모형에 이용된 변수에 대한 데이터를 구득하는 것은 매우 어렵다. 특히 사고분석에 필수적으로 이용되는 변수인 교통량은 데이터가 없는 구간이 많고, 기하구조 역시 분석구간이 긴 대상지에서만 사용할 수 있어 상대적으로 짧은 분석구간에서는 기하구조를 변수로 사용하기 어렵다. 게다가 교통사고는 언제 어디서 발생할지 모르는 확률적 특성을 갖고 있어서 이를 충분히 설명할 수 있는 변수

는 찾기 어렵다.

현재까지의 연구가 차량이 주행하는 도로의 환경에 초점을 두고 변수를 찾았다면 본 연구에서는 차량이 주행할 때 주행환경에 따라 변화하는 차량운행기록 데이터에서 변수를 찾는데 초점을 맞추었다. 운전자가 도로를 주행 할 때 가속과 감속을 반복적으로 하게 된다. 그 중 가속은 운전자가 주행환경에 따른 능동적 행위로 볼 수 있고, 반면 감속은 운전자가 주행환경에 따라 피동적으로 하는 행위로 볼 수 있다. 차량운행기록 데이터는 차량이 주행할 때의 1초단위로 차량위치 및 해당위치의 지점속도 등을 기록한 데이터이다. 본 연구에서는 이런 데이터에서 가속구간과 감속구간을 구분하여 교통류특성과 교통사고 심각도와의 관계를 규명하였다.

운전자는 항상 일정한 속도를 유지하면서 운전하기를 원한다. 하지만 교통 소통상태 및 도로조건, 기후조건 또는 부주의로 인해 일정속도를 유지하지 못하고, 상황에 따라 가·감속을 하게 된다. 그 중 대부분은 차량이 도로를 운행할 때, 주행환경에 의해서 가·감속을 한다. 그러므로 가·감속의 표준편차인 가속소음은 운행하는 도로의 환경을 민감하게 표현한다고 할 수 있다.

게다가 가속소음은 교통량과 기하구조에 비해 구득이 용이하다. 기존의 가속소음을 이용하여 도로의 위험도를 측정하는 연구는 실험을 통해 분석하였거나 이론적으로 연구한 것이 대부분이었다, 그 중에는 도로를 주행한 차량들의 운행데이터를 기반으로 한 연구도 있었지만, 기존 연구에서 이용한 데이터는 검지기를 통해 구득한 데이터를 이용함으로써 정밀도가 부족한 한계점이 있다.

2000년 5월 미국이 GPS의 정밀도를 제한하기 위해 도입했던 SA(Selective Availability)를 해제¹⁾한 후부터 GPS의 정밀도가 높아짐에 따라 GPS기술이 네비게이션과 같은 장비에 활발하게 적용되었다. 또한

1) <http://www.gps.gov>

한국에서는 2011년부터 택시, 버스 등 사업용 차량을 비롯한 많은 차량들에 GPS기술을 적용한 블랙박스를 설치하고, 이 블랙박스에서 추출한 데이터를 수집하고 있다. 블랙박스를 통해 수집된 차량운행기록 데이터는 정확하고 정밀할 뿐만 아니라 차량이 주행하는 모든 도로에 대해 기록되기 때문에 데이터가 광범위한 것이 특징이다. 또한 2013년 서울시 택시의 통합형 디지털 운행기록계(서울시택시정보시스템으로 데이터 전송이 가능)장착 의무화²⁾에 따라 차량운행 기록데이터는 시간적·공간적으로 더욱 광범위하게 수집될 것으로 전망된다.

이처럼 기존의 정밀도가 부족한 한계점을 보완한 블랙박스 데이터는 1초단위로 차량위치와 해당위치의 지점속도 등 정보를 제공하기 때문에 충분히 가속소음에 대한 데이터를 추출하여 구축할 수 있다. 이렇게 구축된 데이터를 이용하여 교통사고와 관련된 연구가 가능하다.

차량들의 속도 변화가 심하면 차량 간의 상대속도 변화도 심하게 된다. 따라서 교통류의 불안정성을 가져오며 도로의 위험도 또한 높아진다. 교통류가 혼잡하고 도로의 위험도가 높아지면 꼭 사고가 발생한다고 볼 수는 없지만, 현재 우리가 도로의 위험도를 평가할 수 있는 척도로 이용할 수 있는 것은 사고뿐이다. 본 연구에서는 가속소음과 교통사고 데이터를 이용하여 교통사고 심각도 분석을 위한 방법론을 제시하였다.

본 연구의 목적은 교통안전대책수립 시 사고가 발생하기 전에 사전적 조치를 취하기 위한 기초연구로서 실제 운행차량의 운행기록 데이터를 사고분석에 활용하는 것으로서, 차량운행기록 데이터에서 가속소음을 추출하여 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계를 분석하는 것이다. 분석결과를 토대로 가속소음이 교통사고 심각도에 어떤 영향을 미치는지를 파악하고 실제 도로환경과 함께 고려하여 분석하는 것이다.

본 연구는 교통안전개선사업과 사고위험에 노출되어있는 구간의 점검 및 도로의 위험도 평가 등을 수행하는데 도움이 될 방법론을 제시하

2) 서울특별시공고 제2013-1202호 p333

는데 의의를 갖고, 나아가 도로에서 구간 단위의 잠재적인 교통사고 발생 가능성을 사전에 예측하여 교통안전 개선대안을 마련하는데 기초적인 실증 연구로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구의 범위

본 연구는 연속류 도로에서 가속소음과 속도가 교통사고 심각도에 미치는 영향을 분석하기 위해 외재적인 요소의 영향을 가장 적게 받는 분석구간을 선정하였다. 또한 사고의 확률적 특성을 감안하기 위하여 다년간 교통사고 데이터와 1년간 차량운행기록 데이터를 이용하여 가속소음, 속도, 교통사고 심각도 세 변수간의 관계를 살펴보면서 실제도로환경을 함께 고려하여 가속소음이 교통사고 심각도에 어떤 영향을 미치는지, 속도가 교통사고 심각도에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다.

1) 자료의 시간적 범위

교통사고는 언제 어디서 발생할지 모르는 확률적 특성을 갖고 있다. 특정년도에 사고가 나지 않았다고 해서 그 구간이 위험하지 않다고 판정하기 어렵다. 본 연구에서는 사고의 이런 확률적 특성을 감안하기 위하여 2008년 1월부터 2012년 12월까지 5년간 교통사고 데이터를 이용하였다. 그 중 본 연구의 분석대상구간에서 연결로를 제외한 직진방향의 차선에서 발생한 교통사고 데이터만 추출 하였다.

분석대상구간은 건설되었는지 오래되어서 이미 성숙된 구간이므로 연간 교통류 특성의 변화는 미비하다. 따라서 본 연구에서는 2012년 1월부터 2012년 12월까지 1년간 차량운행기록 데이터를 분석에 이용하였다. 그 중 직진방향으로 분석구간 전체를 통과하는 일부 택시의 운행기록데이터를 표본으로 추출하였다.

2) 공간적 범위

본 연구에서 선정한 분석 대상구간은 교통량, 기하구조 등 변수의 영향을 가장 적게 받는 구간으로 선정하였다. 선정한 결과 서울특별시에서 강서구에 포함되어 있는 올림픽대로의 안양천로 입구로부터 강서로 출구까지 약 3.3km의 직진구간(연결로부분은 포함하지 않음)이다. 이 구간에서도 동남쪽에서 서북방향으로의 차로만 선정하였다. 올림픽대로는 서울시의 주요간선도로이고 도시고속도로로써 기하구조가 잘 되어 있다. 또한 건설된 시간이 오래되었고 토지용도와 같은 주변택지가 이미 오래전부터 성숙되어 있어 연간 교통류특성의 변화는 상당히 미비하다. 분석구간은 서울시의 주요 도심을 벗어나 서북측에 위치하여 있으므로 교통량이 적은 편이어서 연간 혼잡이 발생하는 시간도 적다.

3) 내용적 범위

교통사고는 주행환경의 요인과, 인적요인 등 많은 요소들의 영향을 받는다. 지금까지 연구자들은 차량의 주행환경에 대해서 많은 연구를 해왔다. 본 연구는 기존의 연구와 달리 차량의 주행환경을 잘 반영할 수 있는 실제도로를 주행한 차량들의 운행기록 데이터를 교통사고 심각도 분석에 활용하는 방안을 연구하는데 목적이 있다. 따라서 연속류 구간을 주행한 차량운행기록 데이터에서 가속소음과 속도 데이터를 추출하여 가속소음과 속도가 교통사고 심각도에 미치는 영향을 분석하였다. 분석에 주로 사용한 방법론으로는 특정 구간에서 데이터의 밀도를 분석할 수 있는 Moving window기법을 사용하여 가속구간과 감속구간을 구분하였고, Window별로 해당구간에 집계된 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터를 이용하여 교통사고 심각도 분석을 실시하였다. 분석결과를 토대로 현장의 영향요소도 함께 고려하면서 사고심각도가 높아지는 요인을 파악하였다.

3. 연구의 수행과정

본 연구의 수행과정은 <그림 1>과 같이 크게 서론, 본론, 결론으로 구분되어 있다. 그중 본론에는 관련 이론 고찰 및 선행연구고찰, 교통사고 심각도 분석 방법론, 자료의 특성 및 분석자료 구축, 교통사고 심각도 분석 방법론의 적용이 포함되어 있다. 연구의 수행과정을 본론 중심으로 설명을 하면 다음과 같다.

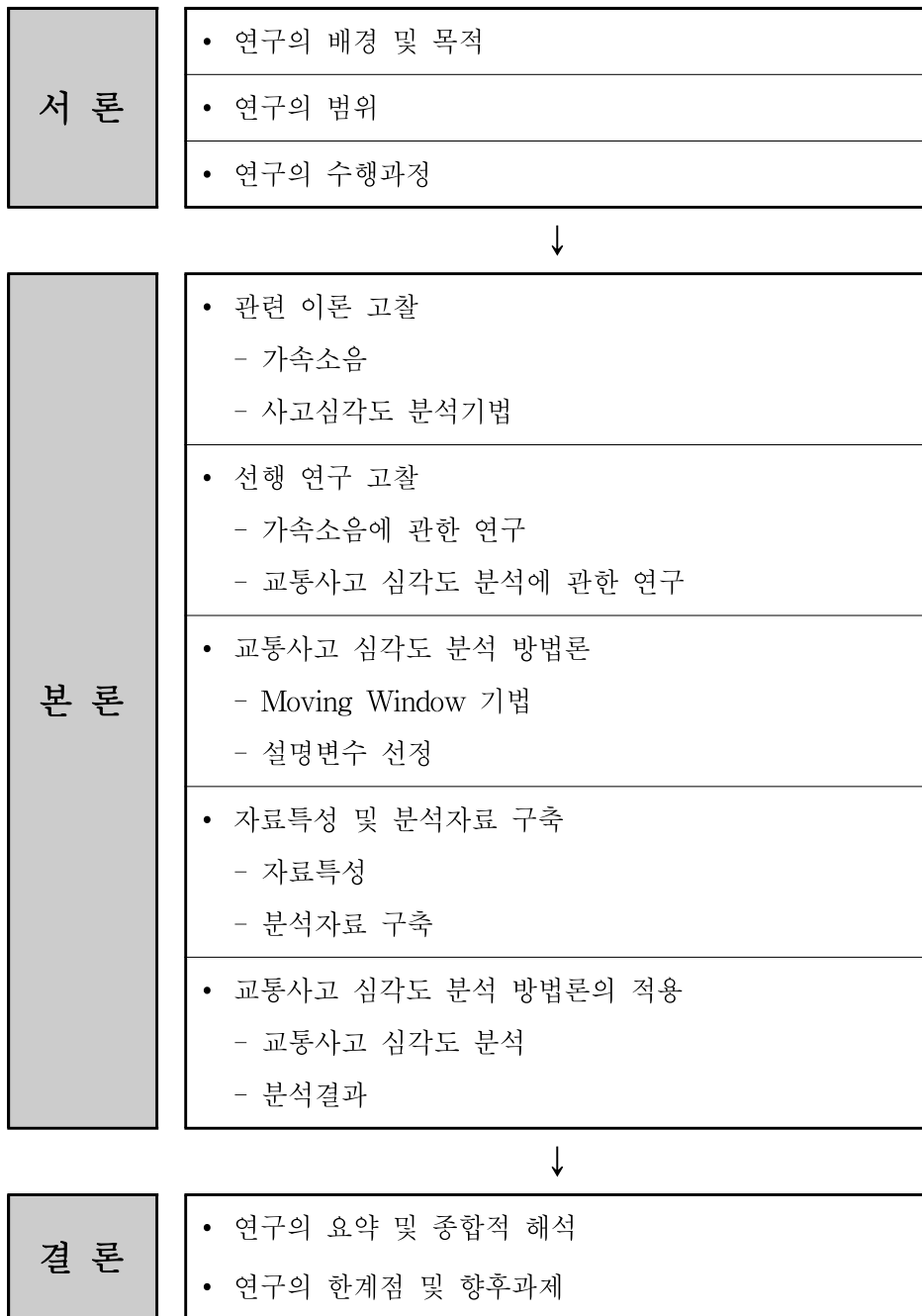
첫째, 선행연구 검토를 통해서 교통사고 심각도 분석에 사용하는 주요 변수들을 고찰하고 연구의 시사점을 도출한 후, 이론적 고찰을 바탕으로 본 연구에서 적용할 가속소음 및 교통사고 심각도 분석방법 등을 검토한다.

둘째, 본 연구에서 제시하고자 하는 가속소음을 활용한 교통사고 심각도 분석 방법론을 설정한다. 주로 제시한 방법론으로는 Moving Window 기법과 설명변수의 선정방법이다.

셋째, 분석대상구간과 분석에 활용할 분석대상구간, 차량운행기록 데이터, 사고데이터의 구성과 특성을 파악하고, 방법론에 적용하기 위해 적합한 형태로 자료를 구축하는 과정을 설명한다.

넷째, 구축한 자료를 바탕으로 본 연구에서 제시하는 교통사고 심각도 분석 방법을 적용하는 과정을 설명하면서 분석을 실시하였다. 분석결과를 토대로 실제도로에서 사고에 영향을 미치는 요소들을 고려해 비교, 해석한다.

마지막으로 본 연구에서 제시한 분석방법과 결과에 대해서 종합적으로 해석하고, 실제 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터를 이용하여 교통사고 심각도를 분석할 때의 문제점과 연구의 한계점 및 향후과제를 제시한다.



〈그림 1〉 연구흐름도

Ⅱ. 관련이론 및 선행 연구 고찰

본 연구에서는 가속소음을 활용한 교통사고 심각도 분석 방법을 제시하기 위해서 먼저 가속소음과 사고분석 기법에 관한 이론을 검토하여 가속소음이 교통사고위험성을 계량화 할 수 있는 변수인지 확인하였다. 다음으로 가속소음과 교통사고 심각도 분석에 관한 선행연구들을 고찰하고 시사점을 도출하였다.

1. 관련 이론

1) 가속소음의 정의

가속소음이란 평균가속도에 대한 가속도의 표준편차를 의미한다. 즉, 속도변화의 분산정도를 나타낸다. Jones와 Potts(1962)는 가속소음이 교통 혼잡이 증가함에 따라 커지고, 통행시간 또는 정지시간보다 교통 혼잡상태를 더 잘 나타낸다고 하였다. 특히 가속소음이 클수록 도로의 위험성이 크다고 결론지었다.

Traffic Flow Theory, 교통공학원론 등에서 참고한 Jones와 Potts (1962)논문에서 내린 가속소음에 관한 아래의 결론들을 토대로 연구를 진행하였다.

1. 구릉지의 좁은 2차로 도로가 4차로 도로보다 큰 가속소음 값을 갖는다.
2. 구릉지에서는 언덕길보다 내리막길이 가속소음이 더 크다.
3. 설계속도보다 낮은 속도로 주행할 때 속도에 따른 가속소음의 변화는 거의 없다.
4. 설계속도보다 높은 속도로 주행할 때 속도가 클수록 가속소음이 크다.
5. 교통량이 많아지면 가속소음도 커진다.

6. 주차, 버스정차, 횡단교통, 보행자횡단에 의한 교통 혼잡이 증가하면 가속소음이 커진다.
7. 가속소음 값은 통행시간 또는 정지시간보다 교통 혼잡상태를 더 잘 나타낸다.
8. 가속소음 값이 클수록 도로의 위험성이 크다.
9. 가속소음의 범위는 $0.2 \sim 0.45 \text{m/s}^2$ 이다.

위의 이론을 참고하면 가속소음 값이 차로 수, 오르막 내리막 등 기하구조와 주차, 버스정류장, 횡단교통, 보행자 등 교통 혼잡요소 그리고 속도, 교통량, 통행시간 등 변수들을 민감하게 표현할 뿐만 아니라 도로의 위험성을 측정하는데 이용할 수 있다는 것을 알 수 있다.

Jones와 Potts(1962)의 가속소음에 대한 연구 이후에 Drew(1967)등은 가속소음을 아래의 식과 같이 유도했다.³⁾

$$\sigma = \left[\frac{(\Delta u)}{T} \sum_{i=1}^K \frac{n_i^2}{\Delta t_i} - \left(\frac{V_T - V_0}{T} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{식1})$$

여기서,

T = 움직인 총 시간

Δu = 속도변화의 구획단위(통상 3kph)

$\Delta t_i = n_i \Delta u_i$ 만한 속도변화가 될 때까지의 시간(초)

n_i = 속도변화의 크기를 나타내는 정수(속도변화/ Δu)

V_0, V_T = 최초속도와 최종속도

K = 동일 가속도가 적용된 시간을 한 시간구간으로 했을 때, 전체구간의 수

3) 교통공학원론 제2개정판(상), p129-131

2) 사고분석기법

도로의 위험도가 높다고 교통사고가 많이 발생하지는 않는다. 하지만 사고가 많이 발생하는 곳은 도로의 위험수준이 높다고 말할 수 있다. 그러므로 현재까지 도로의 위험도를 설명하는 효과적으로 교통사고로 할 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 도로의 위험도를 측정하기 위하여 사고분석기법에 대한 고찰이 필요하다.

교통개발원에서 발행한 『교통사고 예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구』란 연구보고서에 의하면 도로의 안전도 평가방법은 아래의 몇 가지로 장·단점을 정리할 수 있다.

(1) 교통사고건수법(Accident Frequency Method)

교통사고건수법은 특정 기간 동안 도로의 구간이나 지점에서 발생한 교통사고건수를 기반으로 도로의 안전성을 평가하는 방법이다. 이 방법은 통계적 해석 없이도 안전성을 평가할 수 있는 간편한 방법이다. 하지만 교통량을 고려하지 않고, 다른 요인으로 인한 교통사고의 일시적인 증가나 감소를 반영할 수 없다는 한계가 있다.

(2) 교통사고율법(Accident Rate Method)

교통사고율법은 교통량이나 운행거리를 이용하는 방법이다. 사고에 어느 정도 노출되어 있는지를 반영한다는 점에서 교통사고건수법보다 합리적이다. 또한 통계해석 없이 이용이 가능하여 편리하다. 하지만 교통량을 수집하는 체계가 제대로 갖추어지지 않은 도로에 대한 교통데이터는 신뢰성이 없으므로 이를 적용하는데 한계가 있다.

(3) 사고율 및 사고건수법(Rate and Number Method)

사고율 및 사고건수법은 교통사고건수법과 교통사고율법을 혼용한다. 즉, 교통사고건수와 교통량이나 운행거리를 이용하여 도로의 안전도를 평가하는 방법이다. 교통사고율법을 적용할 때, 운행거리가 매우 적으면 교통사고율이 매우 높게 나타나는 문제점을 해결할 수 있으나 유사한 특성을 가진 구간의 평균사고건수나 사고율을 무시한다는 한계가 있다.

(4) 한계사고율법(Rate Quality Control Method)

한계사고율법은 특정지점이나 구간의 교통사고율이 비슷한 특성을 갖는 비교대상지점과 비교분석하여 비정상적인 수치를 나타내는 지를 통계적으로 해석하는 방법이다. 한계사고율법을 이용하면 교통량을 고려하여 사고 잦은 지점을 통계적으로 선정하고, 해석할 수 있다는 장점이 있다. 비교대상지점을 원칙없이 결정함으로써 특정지점이나 구간을 분석자마다 다르게 평가할 수 있다는 한계가 있다. 또한 실질적으로 비교대상지점을 찾기 어렵고, 존재하지 않는 경우가 종종 있다는 것이 한계이다.

(5) 교통사고심각도법(Accident Severity Method)

교통사고심각도법은 교통사고 심각도를 이용하여 도로의 안전성을 평가하는 방법이다. 교통사고 심각도를 교통안전사업 시행에 반영할 수 있어서 비용과 편익을 고려하여 의사결정이 가능하다. 하지만 교통량뿐만 아니라 다른 요인에 의한 교통사고의 일시적 증가나 감소를 고려하지 못한다. 그리고 이 방법을 적용할 때 가장 중요한 요소인 교통사고 심각도에 의한 객관적 사상계수를 산정하는 것이 어렵다.

본 연구에서는 모든 사고가 교통량의 영향을 적게 받는다고 가정하므로 구간을 분석하기 위한 교통량을 고려한 교통사고율법, 사고율 및

사고건수법, 한계사고율법은 사용하지 않았다. 교통사고 심각도법은 비용을 고려할 수 있는 장점은 있으나 교통사고 심각도에 대해 객관적으로 산정한 사상계수의 크기에 따라서 연구결과에 영향을 준다.

그러므로 본 연구에서는 교통사고건수법을 이용하였다. 교통사고건수법은 비록 교통량을 고려하지 못하는 단점이 있으나 통계적 해석이 필요 없고 직관적으로 안정성을 평가할 수 있는 가장 간단한 분석기법이고 객관적인 평가계수를 사용하지 않는 장점이 있다. 교통사고 심각도는 정해진 길이의 구간에서 분석기간 내에 발생한 사고건수를 척도로 한다.

2. 선행 연구 고찰

지금까지 다양한 접근 방법을 이용하여 교통사고와 관련된 연구들이 꾸준히 진행 되어 왔다. 교통사고 분석에 있어서 교통사고 심각도 분석은 매우 중요한 요소이기 때문에 교통사고 심각도와 관련된 많은 연구들이 수행되어왔다.

본 연구는 차량의 주행환경을 잘 반영하는 차량운행기록 데이터에서 추출한 가속소음을 활용하여 교통사고 심각도를 분석하는 것이 목적이다. 따라서 가속소음을 활용한 선행연구들과 교통사고 심각도 분석에 관련된 선행연구들을 중심으로 고찰하였다.

가속소음을 활용한 선행연구들은 가속소음과 도로환경, 교통조건, 운전자 인적요인 등과 연관성에 관한 연구, 그리고 교통흐름 및 안전도를 평가하는데 있어 가속소음에 대한 활용을 제시한 연구로 구분할 수 있었다. 교통사고 심각도 분석에 관한 선행연구들은 크게 교통사고 심각도를 예측하는 모형을 개발하는 연구, 그리고 도로 및 교통조건 또는 기타 차량주행에 영향을 미치는 요인들이 교통사고 심각도에 미치는 영향을 분석한 연구로 구분할 수 있었다.

1) 가속소음에 관한 연구

Jones와 Potts(1962)의 「The Measurement of Acceleration Noise-A Traffic Parameter」에서는 실험을 통해 가속소음은 도로주행시 안전성과 경제성을 측정할 수 있는 지표가 될 수 있고, 주행특성이나 혼잡에 대한 평가지표로 이용될 수 있다고 하였다. 그리고 좁은 2차로도로보다 4차로도로에서 가속소음이 더 크고, 교통량 증가와 주차, 버스정차, 보행자 횡단에 따른 혼잡증가에 따라 커지며, 가속소음이 커질수록 잠재적인 위험성이 높아진다고 하였다.

Joonho Ko 등(2006)의 「Variability in Traffic Flow Quality Experienced by Drivers」에서는 가속소음의 활용방안으로, 고속도로 운영 상태에 대한 기존의 밀도를 이용한 LOS평가 방법은 개별 운전자의 특성이 반영되지 않아 교통흐름의 질에 따른 다양성이 반영되지 않고 있다고 하였다. 이를 위해 고속도로 교통흐름에 따른 다양성을 나타내기 위해 속도와 가속소음을 이용한 평가방법을 제안하였다.

Jin-Tea Kim 등(2003)의 「Framework for Investigation of Level-of-Service Criteria and Thresholds on Rural Freeways」에서 밀도를 이용한 LOS형태의 고속도로 운영상태 분석은 지방부의 높은 교통수요에서 적당하나 도시부에서는 운전자의 쾌적성을 고려한 측면에서는 적당하지 못하다고 하였다. 이를 감안하기 위해서 운전자의 쾌적성을 고려한 세가지 지표 중 가속소음을 교통흐름의 물리적 변화측면에서 고려하였다.

오철 등(2008)의 「Driving Simulator를 이용한 유출지점 경로안내용 VMS 적정 설치 위치 결정에 관한 연구」에서는 VMS(Variable Message Sign)이격거리 별 교통류의 안정도를 상대 평가하기 위해서 가속소음을 활용하였다. 운전자의 VMS정보취득 후 유출연결로까지 차로변경을 포함한 주행 중의 가속도 데이터를 이용하였다. 일반적으로 교통류 상태가 불안정한 상태일 때 가속소음은 크며, 교통사고발생 개연성이 높아진다고 언급하고 있다.

2) 교통사고 심각도 분석에 관한 연구

교통사고 심각도는 하나의 사고에서 심각도를 판단하는 연구가 있고 한 구간의 교통사고 심각도를 판단하는 연구가 있다. 하지만 한 건의 교통사고 심각도와 한 구간의 교통사고 심각도를 분석하는 연구에서 사용하는 변수의 종류는 대동소이하다.

김경환 등(2009)은 「차량유형에 따른 교통사고 심각도 분석모형 개발」 연구에서 차량의 용도에 따른 유형구분을 통해서 사고분석 모형을 개발하였고, 교통사고 심각도를 나타내는 척도는 EPDO(Equivalent Property Damage Only)를 사용하였다. 주간선도로와 보조간선도로 24개 구간의 교통사고 데이터를 이용하였고, 차량유형별로 포아송 회귀모형을 구축하여 비교분석하였다. 승용차, SUV(Sport Utility Vehicle), 트럭으로 구분하여 차량유형별 교통사고 심각도를 종속변수로 설정하고 설명변수로는 횡단보도 수, 차로수, 교통섬수, 차로폭, 교통량 등으로 설정하였다. 모형구축결과 교통섬수를 제외하고는 모든 설명변수들이 차량유형에 따른 교통사고 심각도에 정의 관계를 나타내는 것으로 분석되었다.

이동민 등(2008)의 「지방부 비신호 교차로 교통사고 심각도 예측모형 개발」의 연구에서는 교차로 유형별 특성을 반영하기 위해서 교차로 기하구조, 노면상태, 기상조건, 운전자 인적요인, 교통량 조건 등을 이용하여 교통사고 심각도를 설명하는 비선형 회귀분석모형을 개발하였다. 교통사고 심각도 예측 모형개발 결과 교통사고 심각도에 영향을 미치는 변수들 중에서 교차로 주변 토지이용이 가장 큰 영향을 주는 것으로 분석되었다. 그 밖에는 주도로의 ADT(Average Daily Traffic) 사고발생 당시 날씨가 큰 영향을 주는 것으로 분석되었다.

최재원(2003)의 「신호교차로 교통사고 심각도 예측모형개발 및 적용에 관한 연구」는 신호교차로의 교통사고 심각도 예측모형을 개발하고 교통상충에 접목시켜 교통상충의 심각도를 예측하였다. 다음으로 이를

활용하여 교차로 위험순위를 결정하는데 활용하였다. 교통사고 심각도는 5가지로 구분하였고, 설명변수로 사고원인, 속도, 기상상태 등 13개의 변수를 설정하였다. 분석결과 교통사고 심각도와 유의한 관계를 보이는 변수는 TA(Time to Accident)와 마찰계수로 분석되었다.

박성호(2013)는 「설계 및 교통요소를 이용한 고속도로 연결로의 교통사고 심각도 예측모형 개발」의 연구에서 고속도로 유출연결로와 유입연결로의 교통사고 심각도 예측모형을 개발하였다. 교통사고 심각도 산정은 선행연구들을 토대로 EPDO를 이용하였고, 포아송회귀모형과 음이항회귀모형 중에서 통계적으로 적합한 모형으로 분석된 음이항회귀모형을 적용하여 예측모형을 수립하였다. 유출연결로와 유입연결로의 교통사고 심각도 예측모형에 공통적으로 유의한 변수는 설계속도와 연결유형, 곡선반경과 교통량으로 분석되었다.

하오근 등(2005)의 「순서형 프로빗 모형을 이용한 교통사고 심각도 분석」은 교차로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인들을 분석하였다. 교통사고 심각도 모형개발 결과 교차로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 주요 변수들은 부도로 교통량, 주도로 중차량 비율, 주도로 우회전 비율 등으로 분석되었다.

박병호 등(2012)은 「로터리 교통사고 심각도 분석」의 연구에서 전국 로터리 100개의 교통사고 데이터를 바탕으로 순서형 로짓모형을 이용하여 사고요인을 분석하였다. 분석결과 주간보다 야간의 교통사고 심각도가 높았고, 사고유형 중에서는 안전거리 미확보에 의한 사고와 차대차 사고에서 심각도가 가장 높았다.

Solomon D.(1964)의 「Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle」의 연구에서는 속도분포와 사고위험도의 관계를 제시하면서, 사고율은 차량 평균속도와 근접한 속도로 주행할 경우 가장 낮고, 평균속도보다 크거나 낮아져도 사고율이 증가한다는 결과를 도출하였다. 특히 분석결과 평균속도보다 높은 속도로 운전하는 경우보다

낮은 속도로 운전하는 경우에 사고율이 증가하는 것으로 분석되었다.

최새로나(2012)는 「기상 및 교통조건이 고속도로 교통사고 심각도에 미치는 영향분석」의 연구에서는 순서형 프로빗 모형과 이항 로지스틱 회귀분석을 이용하여 교통사고 심각도를 분석하였다. 고속도로 교통사고 데이터와 검지기데이터 및 기상데이터를 매칭하여 데이터를 구축하고 기상별로 인적특성, 기하구조, 교통 및 환경 특성에 대한 변수를 설정하였다. 기상별 교통사고 심각도 영향요인 분석결과 정상적인 기후일 때 주야, 차종, 속도의 변동계수가 통계적으로 유의한 요인으로 분석되었다.

문승라 등(2011)의 「계층 이항 로지스틱모형에 의한 고속도로 교통사고 심각도 분석」연구에서는 계층 이항 로지스틱모형을 이용하여 고속도로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인들을 도출하였다. 교통사고 심각도는 차량피해와 인명피해로 구분하여 각각의 모형을 구축하고 분석하였다. 분석결과 본선과 진출입부 사고에서 차량피해에 의한 위험도가 높았고, 차량피해와 인명피해로 구분하여 구축한 모형 모두 주간보다는 야간에, 적설이나 습윤 상태의 노면보다는 건조한 노면에서 교통사고 심각도가 더 높은 것으로 분석되었다. 그러나 도로선형 및 경사 등의 기하구조는 교통사고 심각도에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

이주연 등(2008)의 「구조방정식모형을 이용한 고속도로 교통사고 심각도 분석」에서는 교통사고 심각도에 직·간접적으로 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들의 복잡한 관계를 규명하고자 구조방정식모형을 이용하여 변수들이 교통사고 심각도에 미치는 영향을 분석하였다. 관측변수로 사고처리시간, 사망자수, 부상자수, 차량파손대수 등 12개 변수를 포함하였으며 고속도로의 2,880개 교통사고 데이터를 표본으로 이용하였다. 추정결과 도로요인과 환경요인은 교통사고 심각도와 부의 관계로 나타났고, 운전자요인이 교통사고 심각도와 정의 관계로 도출되었다.

3) 시사점

가속소음에 관련된 선행연구 검토를 바탕으로 가속소음이 잠재적인 교통사고 위험성을 계량화 해줄 수 있는 효과적인 교통 변수라는 것을 확인할 수 있었다.

교통사고 심각도에 관한 선행연구들을 고찰해 본 결과 많은 연구들이 교통사고 심각도를 설명하기 위해 다양한 변수들을 고려하고 설정하였다. 설정한 변수들 중에서 교통사고 심각도와 유의한 관계를 나타낸 변수들을 토대로 모형을 구축하였다. 구축된 모형의 검증을 통해 분석결과를 종합적으로 해석하고, 고려하지 못한 변수들이나 공간적, 시간적인 한계점을 제시하였다.

일반적으로 기존의 연구들에서 설정한 교통사고 심각도에 영향을 미치는 주요 변수는 기하구조, 야간조명상태, 교통량 등 도로에서 차량이 주행하는 환경과 관련된 것이 대부분이었다. 하지만 차량자체가 이러한 교통 환경에 따라 변화하는 운행행태를 반영한 변수를 사용한 연구는 미미하였다.

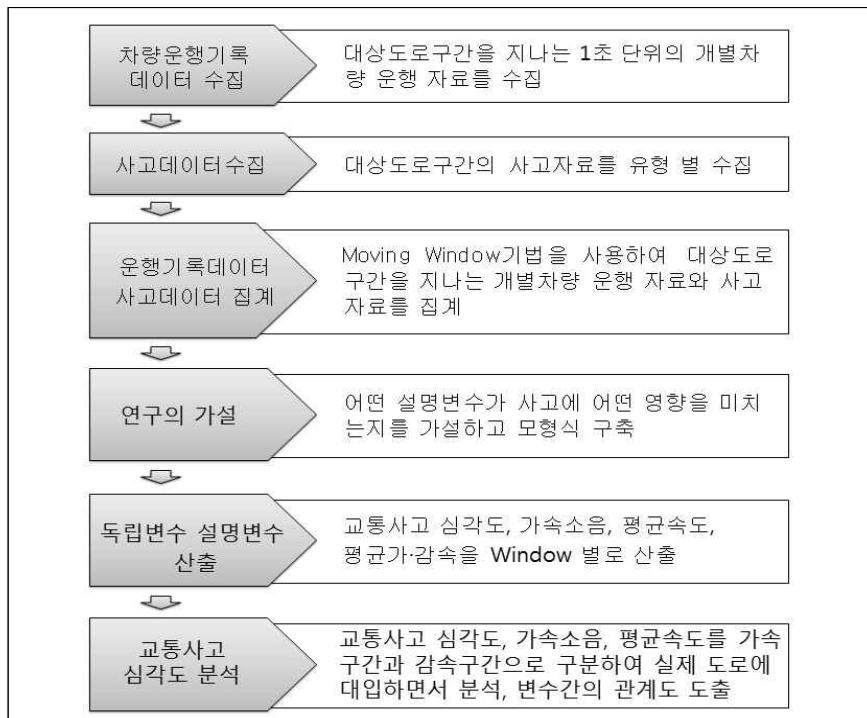
즉, 주행환경을 반영한 변수인 가·감속도의 변화, 속도의 변화 등을 사용한 연구는 미비한 것으로 파악되었다. 일부 속도자료를 사용한 연구는 존재하지만 대부분 검지기에서 추출한 속도자료를 사용하였다. 검지기의 자료는 정확도가 낮고, 블랙박스의 데이터에 비해 민감도가 낮은 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 많은 연구들과는 다르게 실제 도로를 주행한 차량들의 운행기록 데이터를 분석에 사용하였다.

Moving Window기법을 사용하여 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터 그리고 도로현황을 함께 고려하였고 도로구간별로 평균속도와 가속소음을 산출하여 도로구간의 평균속도가 교통사고 심각도에 어떤 영향을 미치는지, 가속소음이 교통사고 심각도에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다.

Ⅲ. 교통사고 심각도 분석 방법론

1. 방법론의 개요

본 연구에서는 가속소음을 활용하여 교통사고 심각도를 분석하기 위해서 Moving Window기법을 사용한다. 교통사고 심각도 분석에 앞서 설명변수를 설정하고, 분석구간 내에 있는 각각의 Window를 단위로 하는 측정구간의 설명변수를 산출한다. 다음 Window별 평균가속도의 부호를 이용하여 분석구간을 가속구간, 주행구간, 감속구간으로 구분한다. 마지막으로 교통사고 심각도, 가속소음, 평균속도를 실제 도로에 대입하면서 변수간의 관계를 분석한다. 분석 방법의 수행절차는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 분석방법의 수행절차

2. Moving Window 기법

Moving Window 기법이란 분석대상구간을 일정한 길이의 Window를 이동시키면서 각각의 Window에 포함되는 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터를 집계 및 분석하는 방법이다. 여기서 Window는 분석하려는 단위구간이다. 각각의 단위구간에서 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터를 제외한 기타 요소들은 같고 모든 요소들이 균일하게 배치되어 있다는 가정을 한다. 그러므로 본 연구에서는 동일한 길이의 Window를 동일한 거리씩 이동시킨다.

하나의 Window가 하나의 측정구간이다. 즉 측정구간의 위치는 Window의 시작점과 종점 사이에 위치한 구간이다. 측정구간의 길이는 Window의 길이에 좌우된다. 측정구간의 위치를 구하는 수식은 (식2)와 같다. (식2)에서 W_i 는 i 번째 Window의 측정구간이고 S_i 는 i 번째 Window의 시작점 위치이며 E_i 는 i 번째 Window의 종점 위치이다. 여기서 i 는 1씩 증가하고 Window의 종점 위치 E_i 가 분석구간을 초과하면 측정위치의 데이터 밀도가 변하므로 E_i 는 분석구간의 종점위치 en 보다 작거나 같아야 한다.

$$W_i = S_i : E_i, (en \geq E_i) \quad (\text{식2})$$

여기서,

W_i = i 번째 Window의 측정구간

S_i = i 번째 Window의 시작점 위치 (m)

E_i = i 번째 Window의 종점 위치 (m)

en = 분석구간의 종점 (m)

Moving Window기법은 일정한 길이의 Window로 분석구간의 시점부터 종점까지 이동시키면서 분석구간을 수많은 측정구간으로 나누어서 측정구간에 포함된 데이터를 하나의 분석단위로 분석하는 방법이다. Window를 i 번이동한다면 매번마다 Window의 시점과 종점 그리고 Window의 길이, 이동하는 거리를 알아야 한다. 본 연구에서는 Window의 길이와 이동거리는 고정된 상태에서 분석을 진행한다.

i 번째 측정구간의 시작점 위치를 구하는 수식은 아래 (식3)과 같다. (식3)에서 S_i 는 i 번째 Window의 시작점 위치이고 st 는 분석대상구간의 시작점 위치이며 D_i 는 Window의 이동거리이다. 분석대상구간의 시작점 위치 $st=0(m)$ 일 때 S_i 는 i 가 증가함에 따라 Window가 이동한 거리 D 씩 누적된다.

$$S_i = st + \sum_{i=0}^n D_i \quad (\text{식3})$$

여기서,

$S_i = i$ 번째 Window의 시작점 위치 (m)

$st =$ 분석구간의 시작점 (m)

$D_i =$ Window의 이동 거리 (m)

i 번째 측정구간의 종점 위치를 구하는 수식은 (식4)와 같다. (식4)에서 E_i 는 i 번째 Window의 종점 위치이고 S_i 는 i 번째 Window의 시작점 위치이며 L 은 Window의 길이이다. Window의 종점 E_i 는 항상 시점과 L 만큼 떨어져 있는 위치에 있으며 분석구간의 종점위치 en 보다 작거나 같아야 한다.

$$E_i = S_i + L, (en \geq E_i) \quad (\text{식4})$$

여기서,

E_i = i 번째 Window의 종점 위치 (m)

st = 분석구간의 시작점 (m)

en = 분석구간의 종점 (m)

D_i = Window의 이동 거리 (m)

L = Window의 길이 (m)

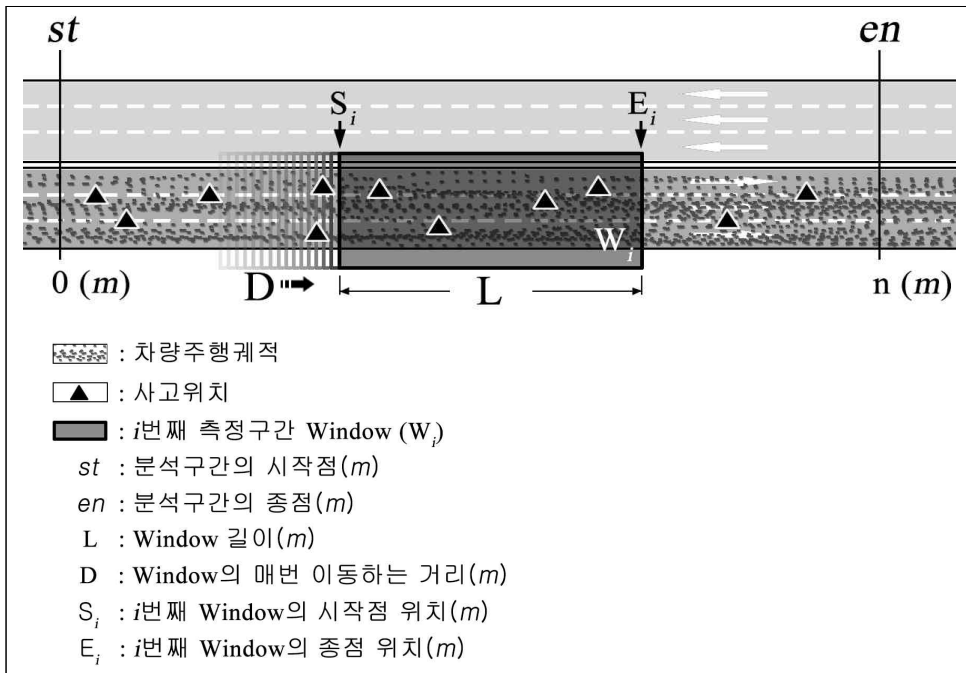
Window는 해당 측정범위에 포함되는 차량운행기록 데이터와 사고 데이터를 바탕으로 매개 측정위치의 사고건수, 평균가·감속도, 가속소음, 평균속도 등을 산출하여 <표 1>과 같이 Window number, 사고건수, 평균가·감속도, 가속소음, 평균속도 등과 같은 속성으로 구성될 수 있다.

<표 1> Window의 속성정보

Window number	사고건수 (건)	평균가·감속 (m/s^2)	가속소음 (m/s^2)	평균속도 (m/s)	기타
i	0	± 0.00	0.00	0.00
$i+1$	0	± 0.00	0.00	0.00

<그림 3>은 Moving Window기법 적용 예시이다. st 는 분석구간의 시점이고 en 은 분석구간의 종점이다 길이가 L 인 Window가 분석구간의 시작점에서 D 거리만큼 n 번 이동하면서 각각의 Window에 해당하는 측정구간에서 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터가 집계된다. 그림에

서 i 번째 Window측정구간 W_i 의 범위는 i 번째 Window의 시작점 위치 S_i 부터 i 번째 Window의 종점 위치 E_i 까지 이다. 각각의 Window내에 측정된 차량운행기록 데이터로 그 Window에 해당하는 산술평균 가속도를 계산하여 가속구간, 주행구간, 감속구간을 구분 할 수 있다. 또한 그 Window에 해당하는 설명변수인 가속소음과 평균속도를 산출하고, 수집된 교통사고 데이터를 합산하여 그 Window에 해당하는 종속변수인 교통사고 심각도를 산출한다.



<그림 3> Moving Window 기법 예시

각각의 Window는 실제 도로에서의 위치, 해당하는 위치의 가속소음, 평균속도, 평균가·감속도등 속성이 부여되어 설명변수와 종속변수의 값과 실제 도로환경을 함께 고려하여 설명변수가 종속변수에 어떤 영향을 미치는지, 그 요인이 무엇인지를 분석할 수 있다.

3. 교통사고 심각도 분석을 위한 변수 선정

1) 연구의 가설

교통사고 심각도에 대한 정의는 다양하게 해석될 수 있다. 본 연구에서는 교통사고 심각도를 동일한 길이의 도로구간에서 동일한 시간 내에 발생한 교통사고건수로 정의한다. 상술한 동일한 조건에서 발생한 교통사고건수가 많으면 이 구간의 교통사고 심각도가 높다고 본다.

본 연구에서는 아래와 같이 3가지 가설을 설정한다.

- 주행하는 도로의 가속소음이 크면 교통사고가 많이 발생한다. 가속소음이 크다는 것은 이 구간을 주행하는 차량들이 서로간의 상대속도의 차이가 크기 때문에 교통사고 발생확률이 높아질 것이다.

- 주행하는 차량들의 평균속도가 높으면 교통사고가 많이 발생한다. 평균속도가 높으면 주행하는 전방에 사건발생시 차량을 멈추거나 사건발생지점을 회피하기 어렵게 된다. 따라서 교통사고 발생확률도 높아진다.

- 가속구간에서는 교통사고빈도가 높으며, 감속구간, 주행구간 순으로 교통사고빈도는 점차 줄어든다.

따라서 교통사고 심각도는 (식5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$AS = f(AN, \bar{S}) \quad (\text{식5})$$

여기서,

AS = 교통사고 심각도 (건/측정구간길이 • 분석기간)

AN = 가속소음 (m/s^2)

\bar{S} = 평균속도 (m/s)

2) 교통사고 심각도

도로의 위험도를 측정하는 척도로 교통사고 심각도를 사용하였다. 도로의 위험도가 높은 구간이 꼭 사고가 많이 나는 구간은 아니지만 사고가 많이 나는 구간은 위험도가 높은 구간이다.

교통사고를 분석하는 기법은 여러 가지가 있다. 그 중 본 연구에서는 교통사고건수법을 이용한 교통사고 심각도로 도로의 위험도를 측정한다. 교통사고 심각도는 동일한 구간에서 동일한 시간 내에 발생하는 교통사고의 건수로 정의 한다. 즉, 동일길이의 구간에서 동일한 시간 내에 발생한 사고건수가 많으면 교통사고 심각도가 높은 것이다.

교통사고는 한 순간에 발생한다. 언제 어디서 발생할지는 예측할 수 없다. 따라서 측정구간에서 특정년도에 교통사고가 발생하지 않았다고 그 구간이 안전한 구간은 아니다. 이런 교통사고의 확률적 특성을 감안하기 위해 교통사고 심각도는 (식6)과 같이 다년간에 발생한 사고건수를 합산하여 산출한다. 사고위치(l)가 측정구간에 해당하는 Window의 범위(L)에 포함된 다년간 동안 발생한 사고건수를 합산하여 산정한다. 이렇게 측정구간에서 산출한 다년간 발생한 교통사고건수의 합이 해당 Window의 교통사고 심각도가 된다.

$$AS = \sum_{l \in L} NA_l \quad (\text{식6})$$

여기서,

AS = 교통사고 심각도 (건/측정구간길이 • 분석기간)

NA = 분석기간 내에 발생한 사고 (건/분석기간)

L = 측정구간 범위 (m)

l = 사고발생 위치 (m)

3) 가속소음

본 연구에서는 교통사고 심각도를 분석하기 위해 가속소음(Acceleration Noise)을 활용한다. 교통공학 원론에서는 가속소음을 평균가속도에 대한 가속도의 표준편차로 정의하였다. 즉, 속도 변화량의 산포 정도를 나타내는 변수이다.

하지만 만약 n 대의 차량이 각각 일정하게 다른 속도를 유지하면서도 도로구간을 지났을 때 차량들의 상대속도는 존재하지만 가속도는 모두 0으로 나타나므로 도로구간의 가속소음은 0으로 계산된다. 그러므로 본 연구에서는 이런 경우에 발생하는 오차를 해소하는 방법으로 가속도의 표준편차를 사용하지 않고, 1초단위로 기록된 차량의 지점속도 표준편차를 사용하였다.

지점속도의 표준편차가 커지면 상대속도가 커지므로 추월, 차로변경 등의 빈도가 증가하게 된다. 차량의 가·감속도 변화에는 지점속도변화가 반드시 수반된다. 가·감속도가 변한다는 것은 지점속도가 변한다는 것을 의미한다. 그러므로 본 연구에서는 가속도의 표준편차를 사용하지 않고 1초단위로 기록된 차량의 지점속도 표준편차를 사용하여 (식7)과 같이 가속소음을 산출하였다.

$$AN = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{S - \bar{S}}{t} \right)^2} \quad (\text{식7})$$

여기서,

AN = 가속소음 (m/s^2)

n = 측정구간내의 데이터 개수

S = 측정구간내의 지점속도 (m/s)

t = 속도 측정 단위시간 (s)

4) 평균속도

연구의 가설에서 주행하는 차량들의 평균속도가 높으면 교통사고가 많이 발생한다는 가설을 하였다. 평균속도가 높은 구간에서 주행할 때 전방에 사건이 발생하면, 운전자가 인지하고 제동을 시도하면서 차량이 멈출 때까지의 정지거리가 평균속도가 낮은 구간에서 보다 길어지면서 회피하거나 정지하기 어렵게 된다. 따라서 교통사고가 발생할 확률도 높아진다. 여기서 사용하는 평균속도는 해당 측정구간을 지나는 모든 차량의 속도를 이용하여 산출 하여야 한다. 하지만 현재 배포되는 속도자료는 본 연구에서 적용하고자 하는 분석단위구간의 해당 측정구간을 포함한 광범위한 구간의 평균속도이기 때문에 측정구간의 평균속도를 산출하기 어렵다.

본 연구에서는 분석단위구간을 지나는 일부 차량운행기록 데이터의 평균지점속도를 산출하여 평균속도로 사용하였다. (식8)은 측정구간내의 n 개 지점속도의 산술평균을 나타내는 수식이다. 지점속도의 산술평균은 이 측정구간의 평균속도와 수치적으로 차이는 있을 수 있으나 평균속도와 상관성이 높다. 표본차량들의 운행기록데이터는 1년 중 이 구간을 통과하는 수많은 차량의 운행기록데이터에서 무작위로 추출하였기에 이 구간의 연 평균속도를 반영할 수 있다고 본다.

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (\text{식8})$$

여기서,

\bar{S} = 평균속도 (m/s)

n = 측정구간내의 데이터 개수

S_i = 측정구간내의 각지점의 지점속도 (m/s)

5) 가 · 감속 구간구분

가속행태가 강한 구간, 주행구간, 감속행태가 강한 구간에서 운전자들의 운전행태는 서로 다르다. 가속행태가 강한 구간은 운전자가 주행할 때 전방에 가속할 수 있는 공간이 있어 가속여부를 주관적으로 선택할 수 있다. 그러므로 가속구간은 능동적 행위가 강한 구간으로 볼 수 있고. 반면 감속행태가 강한 구간은 운전자가 주행할 때 주행환경에 따라 감속할 수밖에 없는 피동적으로 하는 행위가 강한 구간으로 볼 수 있다. 하지만 실제 도로에서는 가속구간, 주행구간, 감속구간을 선명한 경계로 구분하기 어렵다.

본 연구에서는 Moving Window기법을 사용하여 (식9)와 같이 각각의 Window측정구간 내에 포함된 모든 차량운행기록 데이터에서 가·감속도 값을 추출하여 이들의 산술평균을 산출한 다음 Window별 평균가속도의 부호로 가속구간, 주행구간, 감속구간을 구분하였다. Window별 평균가속도가 0 m/s^2 보다 크면 가속구간으로 간주하고 Window별 평균가속도가 0 m/s^2 보다 작으면 감속구간으로 간주한다. 만약 Window별 평균가속도가 0 m/s^2 에 가까운 평균가속도로 일정한 거리만큼 유지는 구간이 있다면 주행구간으로 간주한다.

$$\overline{Acc} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Acc_i \quad (\text{식9})$$

여기서,

$$\overline{Acc} = \text{평균가속도 (m/s}^2\text{)}$$

$$n = \text{측정구간내의 데이터 개수}$$

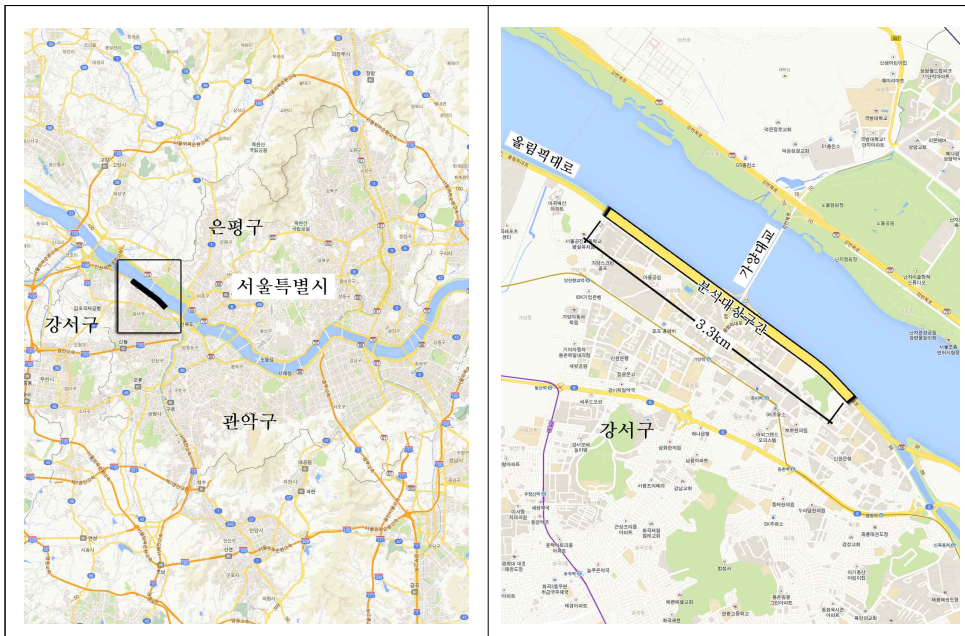
$$Acc_i = \text{측정구간내의 각 지점의 가속도 (m/s}^2\text{)}$$

IV. 자료특성 및 분석자료 구축

1. 자료특성

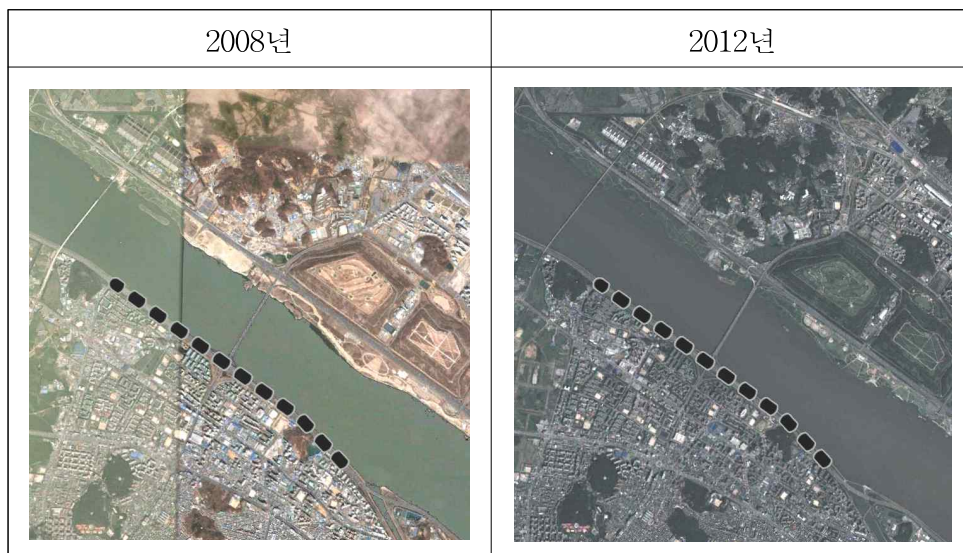
1) 분석대상구간

일반적으로 교통사고는 차량의 속도 이외에 도로의 기하구조, 교통량과 같은 외생적 변수의 영향을 받을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 속도, 가속소음 이외의 도로의 기하구조, 교통량, 차로 수 등 다른 변수들에 대한 영향을 최소로 줄일 수 있는 도로를 분석구간으로 선정하였다. 그 결과 올림픽대로에서 안양천로 입구로부터 강서로 출구까지의 약 3.3km구간을 선정하였다. <그림 4>는 본 연구에서 설정한 분석대상구간의 위치도이다.



<그림 4> 분석대상구간 위치도

올림픽대로는 도시고속도로 중 하나로써 총 연장이 37km이다. 완공 연도가 1986년으로 건설된 기간이 상당히 길어 분석기간 동안 연간 교통량의 변화는 상당히 미비하다. 또한 올림픽대로는 서울의 주요 간선도로로써 도로의 선형, 노면의 구매, 교사시설, 문형식 교통표지판 등이 잘 설계되어 있다. 특히 강서구 구간의 경우 <그림 5>와 같이 2008년부터 2012년까지 사고에 영향을 많이 주는 주변의 토지이용의 변화가 거의 없었고, 기하구조 등 도로 환경에 대한 변화도 없었다. 따라서 본 연구에서는 설정한 분석구간이 분석기간 동안 기하구조의 영향변화와 교통류 특성변화 그리고 교통량의 변화 등이 상대적으로 미비하다고 가정하였다.



<그림 5> 2008~2012년 분석대상구간의 변화

본 연구에서 설정한 분석대상구간은 시점부터 종점까지 합류부와 분류부를 제외하고 모두 편도4차로로 이루어져 있다. 분석대상구간의 제한속도는 80kph이고 2013년 12월의 시간대별 평균속도는 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 성산→가양, 가양→방화구간에 분석대상구간이 포함되었다. 성산→가양구간의 평균속도는 항상 가양→방화구간보다 낮게 나타

났으며, 특히 가양→방화구간의 대부분 시간대의 평균속도가 제한속도보다 높게 나타났다. 성산→가양구간도 23시~05시까지 제한속도보다 높게 나타났다. 전체적으로 분석대상구간은 혼잡이 적은 구간임을 알 수 있다.

<표 2> 분석대상구간의 시간대별 평균속도

(단위: kph)

구간 시간	양화 → 성산	성산 → 가양	가양 → 방화	방화 → 행주
0	91.1	88.4	94.7	87.4
1	93.9	91.3	97.5	89.3
2	93.7	91.2	97.1	89.1
3	93.4	90.5	95.8	87.2
4	91.7	88.0	93.6	85.3
5	89.9	85.5	92.4	84.4
6	85.1	79.9	83.9	76.5
7	83.1	77.1	80.3	68.6
8	81.2	76.5	79.6	70.0
9	83.7	78.5	83.8	71.9
10	81.8	77.2	81.9	66.8
11	80.5	76.1	78.6	67.7
12	80.0	77.7	81.2	71.4
13	79.2	75.7	80.1	69.3
14	78.6	71.9	70.4	61.2
15	76.5	68.9	74.0	57.5
16	75.3	65.3	71.9	62.3
17	71.6	63.2	71.3	64.5
18	58.9	47.0	65.9	68.3
19	46.6	40.0	68.2	67.5
20	66.2	59.0	78.2	72.4
21	78.3	72.8	81.6	75.5
22	80.4	76.0	77.8	74.7
23	84.7	81.7	83.7	80.7

출처 : 서울시설공단, 『도시고속도로 속도자료 통계(2013년 12월)』

2) 차량운행기록 데이터

본 연구에서 사용한 차량운행기록 데이터는 서울시 법인택시의 블랙박스 데이터이다. 블랙박스 데이터는 1초 단위로 기록된 차량의 GPS 좌표와 함께 초단위의 정보발생일시, 주행거리, 차량속도, X방향, Y방향 가속도, 분당 rpm, 방위각과 함께 기기의 통신상태 등의 정보를 포함하고 있다.

또한 2011년부터는 사업용 차량뿐만 아니라 많은 차량들이 블랙박스를 설치하고 있고, 2013년 서울시 택시의 통합형디지털운행기록계 장착 의무화에 따라 블랙박스 데이터를 수집하기가 더욱 용이해졌다. 이처럼 데이터 구득이 용이하고, 구간별 평균속도 표준편차를 산출하기 위한 정보가 충분하므로 교통사고 심각도 분석을 위해서 본 연구에서는 블랙박스 데이터를 이용하였다.

택시와 일반 승용차량들의 운행특성은 많이 다르다. 택시의 경우는 승객을 대기하거나 승객의 승하차 행위를 운행특성에 수반한다. 하지만 본 연구에서 설정한 분석대상구간은 도시고속도로의 일부구간이기 때문에 택시와 일반 승용차량들의 운행특성 차이가 크게 상쇄되고, 승객의 승하차 및 대기를 위한 운전행태는 발생하지 않는다.

오히려 일반 승용차량들의 운전자 중에서 초보운전자와 같은 인적요인이 반영된 경우가 분석에 반영되면 본 연구의 분석에 부정적인 영향을 줄 것이다. 초보운전자의 차량운행기록 데이터는 주행하고 있는 도로환경을 잘 반영한다고 볼 수 없기 때문이다. 택시운전자의 경우는 대부분 일정 수준 이상의 경력을 가지고 있으며, 주행하는 도로환경에 대한 인지도가 높기 때문에 본 연구에서는 택시운전자들의 운행기록 데이터를 사용하여 분석에 활용하였다. 차량운행기록 데이터에는 일일주행거리, 누적주행거리, 정보발생일시, 차량속도, 분당엔진회전수, 브레이크신호, 차량위치(GPS X좌표,Y좌표), 방위각, 가속도(X방향,Y방향), 통신상태 코드

본 연구에서는 약 10,000대의 법인택시 운행기록 데이터에서 2012년 1년간 올림픽대로를 주행한 표본자료를 사용하였으며, 데이터에 기록된 정보발생일시와 차량속도, GPS X, Y좌표, 기기 및 통신코드를 정보를 사용하였다.

3) 사고데이터

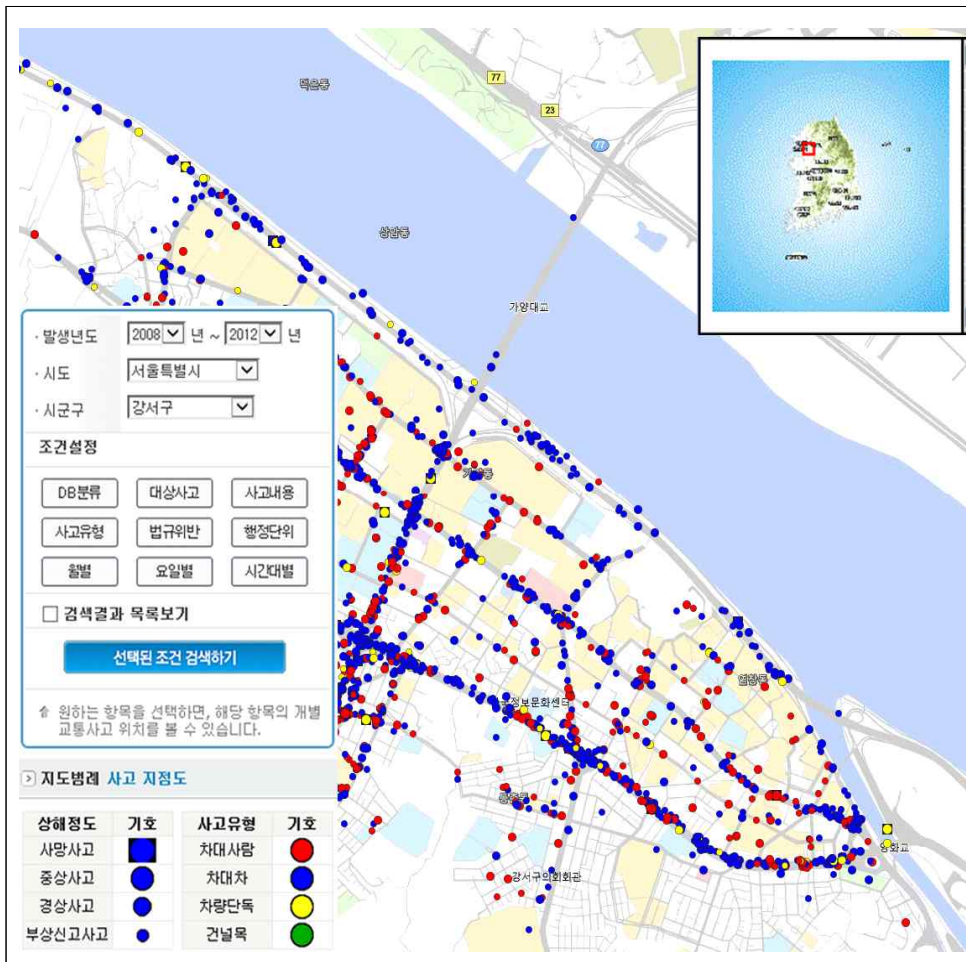
교통사고 데이터는 도로교통공단에서 배포하고 있는 TAAS(Traffic Accident Analysis System)⁴⁾에 등록되어 있는 교통사고 정보를 이용하여 수집하였다. TAAS에 등록되어 있는 교통사고 정보에는 <그림 8>과 같이 사고번호, 발생일시, 발생요일, 발생시군구, 사고유형, 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상신고자수, 경찰접수번호, 법규위반, 1당 차종, 1당 성별, 1당 연령, 1당 상해정도, 2당 차종, 2당 성별, 2당 연령, 2당 상해정도, 사고 상황도, 사고 장소, 사고개요를 포함하고 있다.

개별사고 정보보기			
구분	내용	구분	내용
사고번호	20080304	법규위반	안전운전불미행
발생일시	2008년 3월 4일 11시	1당차종	화물
발생요일	화요일	1당성별	남
발생시군구	서울특별시 강서구	1당연령	세
사고유형	차대차 - 측면직각충돌	1당상해정도	상해없음
사망자수	0	2당차종	승용
중상자수	0	2당성별	여
경상자수	1	2당연령	세
부상신고자수	0	2당상해정도	경상
경찰접수번호		사고상황도	무
사고장소	88도로 가양대교 부근 88도로 가양대교 부근		
사고개요	#1차량은 김포공항 방면에서 성산대교 방면으로 편도4차로중 3차로로 시속 약80킬로미터의 속도로 진행 중 사고지점에 이르러 안전운전의무를 다하지 않고 진행한 과실로 때마침 같은 방면 2차로로 진행하던 #2차량 우측 옆부분을 #1차량 좌측 옆 후미부분으로 충돌하고 도주한 교통사고임.		

<그림 8> 개별교통사고 데이터의 사고 정보

4) <http://taas.koroad.or.kr>

사고지점의 위치에 대한 정보는 <그림 9>와 같이 TAAS에서 제공하고 있는 지도 정보를 활용하여 교통사고가 발생한 지점에 대한 위치 정보를 수집하였다. <그림 9>는 TAAS의 경찰DB에서 2008년 1월부터 2012년 12월 사이에 서울특별시 강서구에서 발생한 교통사고 데이터이다. 상해정도에 따라 사망사고, 중상사고, 경상사고, 부상신고사고로 구분되어있고 사고유형에 따라 차대사람, 차대차, 차량단독, 건널목 등으로 구분되어 있다.



<그림 9> 사고 위치 정보

교통사고분석시스템에서는 전체 사고유형을 <표 3>과 같이 구분되어 있다. 크게 차대 사람사고, 차 대 차사고, 차량 단독사고, 건널목사고 등 4가지 대분류로 구분하고 각각의 분류된 사고유형에 대해서 세부적으로 총 20가지로 재분류하고 있다.

<표 3> TAAS의 교통사고 유형

대 분류	세부 분류
차 대 사람사고	횡단 중 차도 통행 중 길 가장자리 구역 통행 중 보도 통행 중 기타
차 대 차사고	정면충돌 측면직각 충돌 진행 중-추돌 주정차중-추돌 기타
차량 단독사고	공작물 충돌 도로 외 이탈-추락 도로 외 이탈-기타 주차차량 충돌 전도전복 기타
건널목사고	차단기돌파 경보기무시 직진진행 기타

2. 분석자료 구축

1) 차량운행기록 데이터구축

본 연구에서 이용하는 차량운행기록 데이터를 분석에 적합한 형태로 가공해야 한다. 먼저 기존 데이터에서 1차 에러를 체크 한다. 블랙박스의 데이터는 자동으로 수집된 데이터이기 때문에 데이터 자체에 에러가 포함되어 있을 수 있다. 1차적으로 체크한 에러는 다음과 같다.

첫째, 데이터가 너무 짧은 시간 동안 수집된 것으로 파악되는 에러

둘째, 모든 데이터가 중복된 에러

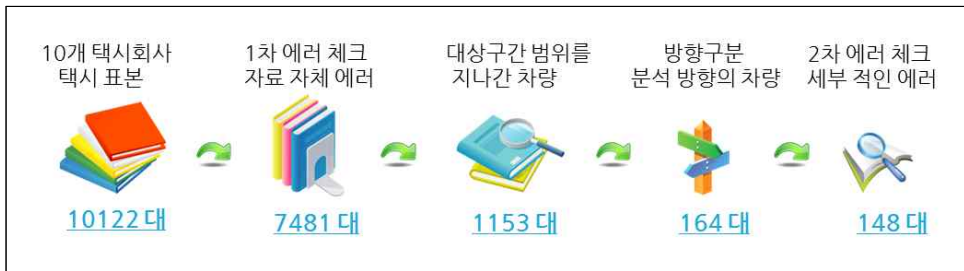
셋째, 데이터를 기록하는 도중 중단된 에러

1차 에러 체크가 끝난 후 분석대상구간을 지나는 차량데이터를 대상으로 주행방향을 구분하여 수집한다. 분석 대상 구간인 도로의 중심선 위에 일정한 간격으로 GPS좌표를 찍고, 좌표에 순서대로 Index를 부여한다. 그리고 Index가 부여된 GPS좌표를 중심으로 도로폭원의 1/2길이만큼 Buffering 값을 설정하여 해당 GPS좌표의 영향권을 설정한다.

다음으로 차량운행기록 데이터 중에서 설정된 영향권에 포함되는 데이터를 다시 수집하고 해당 GPS좌표에 Index를 부여하여 분석대상구간에 적용할 수 있는 데이터를 추출한다. 부여된 Index의 순서에 따라 차량데이터의 주행방향을 구분한다.

분석대상구간을 지나는 주행방향으로 구분된 차량데이터를 구축한 후 세부적인 2차 에러 체크가 필요하다. 2차 에러는 주로 GPS의 신호가 약해지는 구간에서 발생하며, 이러한 구간을 체크하여 해당 차량운행기록 데이터를 제거한 후 최종적으로 본 연구의 분석에서 활용할 수 있는 데이터를 구축한다. <그림 10>은 본 연구의 분석에 적합한 형태로 자료를 구축하는 과정을 도식화 한 것이다.

서울특별시에서 운영하는 10개 택시회사의 약 10122대의 표본자료를 활용하여 추출하였다. 최종적으로 사용하게 된 택시표본은 148대 이다.



<그림 10> 차량운행기록 데이터 구축 과정

최종적으로 분석에 적합한 형태로 구축된 차량운행기록 데이터 형식은 <표 4>와 같다. 여기서 시간은 초 단위이고, 분석대상구간을 지나가는 차량의 주행방향을 구분하기 위한 Index와 속도 및 차량에 code를 부여하여 분석에 용이하게 자료를 구축하였다.

<표 4> 구축한 차량운행기록 데이터 형식

car_code	날짜	시간 (s)	속도 (m/s)	GPS_x	GPS_y	통신 코드	index
432	120705	1	8.3333	127.0278	37.4976	0	1
432	120705	2	8.8889	127.0277	37.4976	0	1
432	120705	3	8.8889	127.0277	37.4977	0	1
432	120705	4	8.8889	127.0277	37.4978	0	1
432	120705	5	7.7778	127.0277	37.4980	0	2
432	120705	6	5.8333	127.0276	37.4981	0	2
432	120705	7	5.8333	127.0276	37.4982	0	2
432	120705	8	5.8333	127.0276	37.4982	0	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

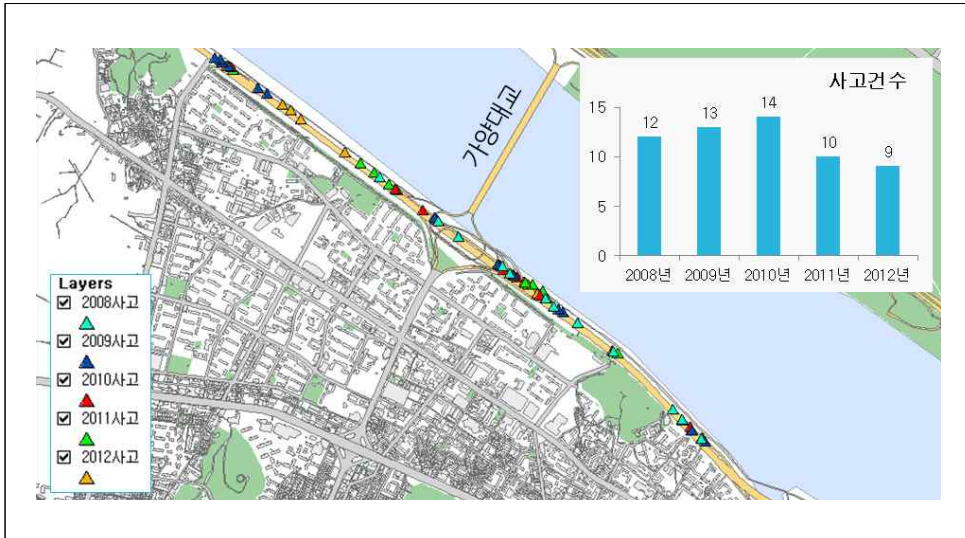
2) 교통사고데이터 구축

본 연구는 차량의 가속소음을 활용한 교통사고 심각도를 분석하는 것을 목적이기 때문에 교통사고 데이터 중에서 이륜차와 자전거와 관련 있는 교통사고 데이터를 제외하고 수집하였다. <표 5>는 본 연구의 목적을 고려하여 분석을 위해 최종적으로 수집한 사고의 유형을 나타낸 것이다.

<표 5> 구축한 교통사고데이터 유형

대 분류	세부 분류
차 대 사람사고	횡단 중
	차도 통행 중
	길 가장자리 구역 통행 중
차 대 차사고	정면충돌
	측면직각 충돌
	진행 중-추돌
차량 단독사고	공작물 충돌
	도로 외 이탈-추락
	도로 외 이탈-기타
	주차차량 충돌
	전도전복

2008년부터 2012년까지 5년 동안에 분석대상구간에서 발생한 교통사고건수는 총 58건으로 파악되었다. <그림 11>에 분석대상구간의 교통사고가 연도별로 2008년에 12건, 2009년에 13건, 2010년에 14건, 2011년에 10건, 2012년에 9건 발생하였다. 분석대상구간에서 교통사고는 5년간 매년 9~14건 정도 꾸준히 발생하는 것으로 나타났다.



<그림 11> 분석대상구간의 사고건수

분석대상구간의 교통사고유형을 고려하여 교통사고가 발생한 위치 정보와 함께 교통사고개요 정보를 기반으로 교통사고 데이터를 <표 6>과 같이 구축하였다.

<표 6> 구축한 교통사고데이터 형식

Window Number	GPS_X	GPS_Y	사고 유형
1	126.8449	37.5738	차대사람 - 기타
1	126.8449	37.5738	차대사람 - 기타
1	126.8482	37.5720	차대차 - 기타
1	126.8487	37.5717	차대차 - 기타
1	126.8482	37.5720	차대차 - 기타
1	126.8492	37.5713	차대차 - 추돌 - 진행중
⋮	⋮	⋮	⋮

V. 방법론의 적용

1. Moving Window기법의 적용

도로교통공단에서 실시한 『교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석 (2011)』에서는 교통사고 잦은 곳 선정기준을 <표 7>과 같이 선정한다. 사고 잦은 곳의 선정기준은 08년 이후 고속도로의 경우 반경 200m 이내에 1년간 발생한 사고건수를 토대로 한다. 이 기준을 참고로 Window의 길이를 400m로 적용하였다. 그리고 차량운행기록 데이터에서 최소 단위가 m단위 이므로 Window가 이동하는 거리를 1m로 설정하여 분석하였다.

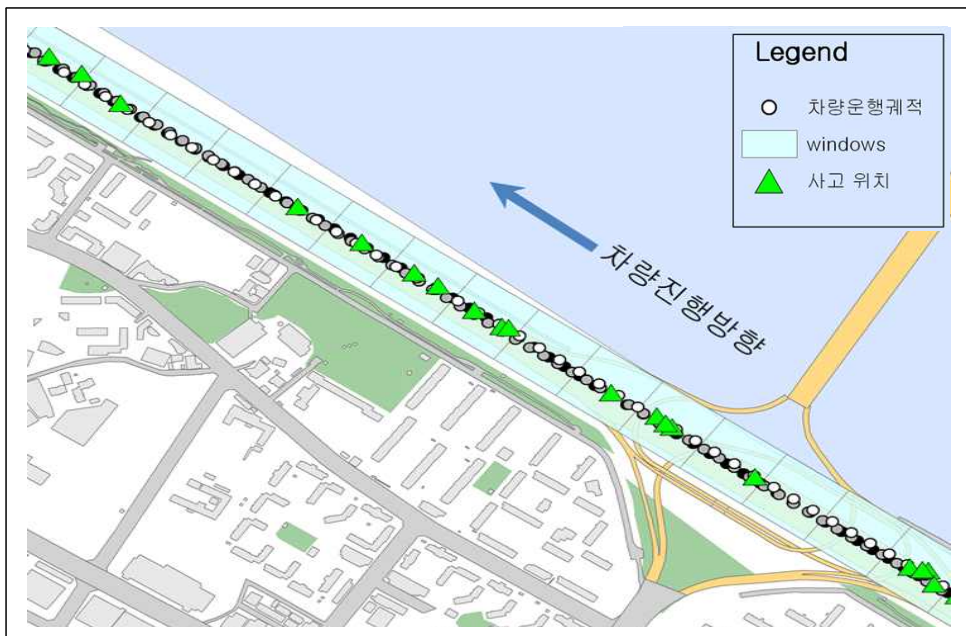
<표 7> 교통사고 잦은 곳 선정 기준

구 분		4차 사업 (08년 이후)	3차, 4차 사업 (08년 이전)	1차, 2차 사업
지 역	특 별 시	5건 이상	7건 이상	10건 이상
	광 역 시	5건 이상	7건 이상	7건 이상
	일 반 시	3건 이상	5건 이상	5건 이상
	기 타	3건 이상	3건 이상	3건 이상
도 로 형 태	교차로 및 횡단보도		차량 정지선에서 후방으로 30m이내	
	기 타 단일로	시 가 지	반경 100m이내 반경 100m이내	
		기 타, 고속도로	반경 200m이내 반경 100m이내	
대상사고		인적피해사고	인적+ 물적 피해사고	인적피해사고

출처 : 도로교통공단, 『2011년 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석』

기존 GPS 데이터를 기반으로 하는 연구를 보면 data를 처리하는 부분에서 일반적으로 기존 GPS 좌표를 찍고, 그 점을 기준으로 x, y좌표의 범위를 정해 분석단위를 만들어 데이터를 집계한다. 이 때 x, y좌표의 범위는 수직·수평으로만 정의할 수 있어 사선인 도로에서는 많은 오차가 발생한다. 본 연구에서는 Arc GIS를 이용하여 모든 GPS 좌표를 한국에서 많이 사용하는 <TokyoTM 중부원점> 좌표계로 전환한 후 도식화하였다. 그리고 각각의 Window에 포함되는 개별차량운행기록데이터와 교통사고 데이터를 수치지도와 함께 매칭 시켰기 때문에 오차는 거의 발생하지 않았다.

본 연구에서는 구간의 교통사고 심각도를 구하기 위하여 <그림 12>와 같이 선정된 분석 대상 구간을 길이가 400m인 Window를 1m씩 Moving하여 2,888개의 Window를 형성하였다. <그림 12>에서 보면 작은 점들은 차량운행 궤적이고, △은 교통사고발생지점이다.



<그림 12> 분석대상구간의 Windows, 차량운행궤적, 사고위치

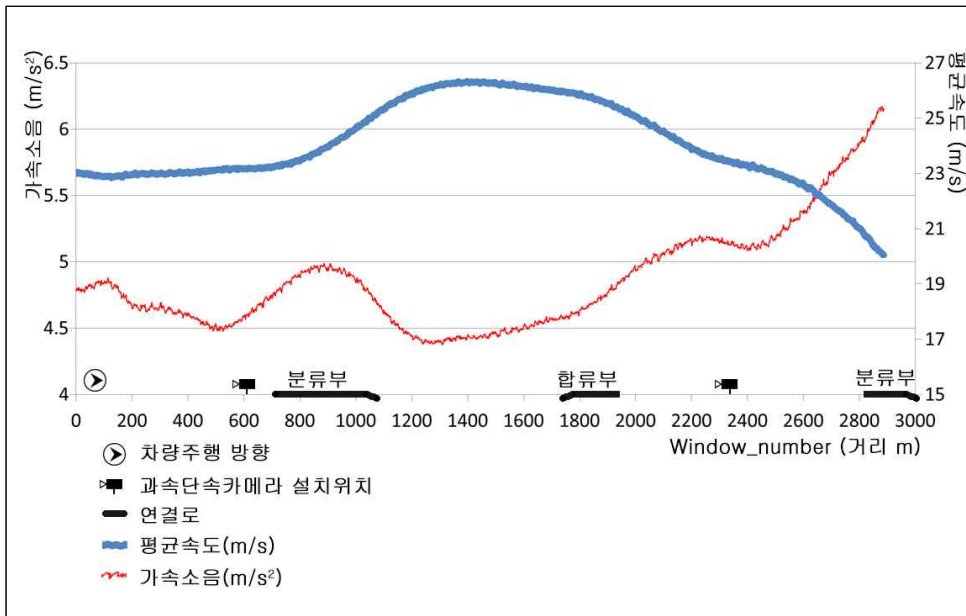
Window별 해당 Window에 포함되는 차량운행기록 데이터와 교통사고 데이터를 수치지도와 함께 집계한 후, Window별로 데이터를 정리하면 <표 8>과 같다. 본 연구에서는 Window별 사고건수, 평균속도, 평균가속도, 지점 속도 표준편차 등의 데이터를 포함하여 정리하였다. 분석대상구간에 진입한 차량들은 0번 Window에서 시작하여 2888번 Window까지 주행한다.

<표 8> Window별 차량데이터와 사고데이터 집계

Window number	사고건수 (08년~12년)	평균 가속도 (m/s ²)	평균속도 (m/s)	가속소음 (m/s ²)
0	9	-0.02722	23.00791	4.779475
1	9	-0.02778	23.00000	4.786317
2	9	-0.02692	23.00556	4.794915
3	9	-0.02646	23.01630	4.798956
4	9	-0.02646	23.02227	4.801766
5	9	-0.02393	23.04274	4.793982
6	9	-0.02091	23.03678	4.787136
7	9	-0.02078	23.04580	4.785895
8	9	-0.02283	23.01581	4.803001
9	9	-0.02199	23.00863	4.805638
10	9	-0.02205	22.99618	4.789117
11	9	-0.02042	23.01599	4.791265
12	9	-0.02091	23.01886	4.782747
13	9	-0.02002	23.02488	4.782734
14	9	-0.01990	23.02337	4.790589
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

2. 차량운행기록 데이터 분석

운전자들은 도로를 주행할 때 주행환경에 따라서 가속 혹은 감속을 하게 된다. <그림 13>은 Moving Window기법을 사용하여 차량운행기록 데이터에서 산출한 가속소음과 평균속도를 실제 도로에 매칭하여 분석한 것이다. 분석대상구간은 차로 수, 차로 폭은 고속도로 설계기준에 적합하게 설계되었다고 가정 하였고, 분석구간의 시점부터 종점까지 연결로를 제외하고 차로 수, 차로 폭의 변화는 없다. 본 연구에서 주행환경에 영향을 주는 요소로 과속단속카메라, 분류부, 합류부의 연결로를 고려하였다.



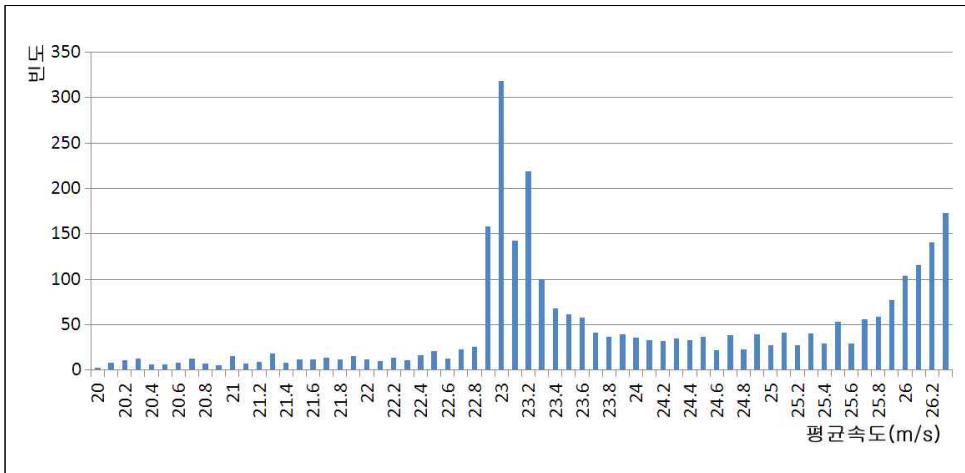
<그림 13> Window별 가속소음과 평균속도

평균속도를 보면 차량들은 23m/s²의 속도로 분석대상구간을 진입하여 속도가 서서히 증가하다가 분류부 진입로를 통과한 후 급격히 증가하는 추세로 보였고, 첫 분류부에서 서서히 감소하는 추세를 보이다가 과

속단속카메라 설치구역을 진입하기 전에 급격히 감소하는 추세를 보였다. 본 연구에서의 분석구간의 제한속도는 80kph이기에 주행속도가 80kph보다 높을 경우에 과속단속카메라설치구간을 진입하기 전에 급격히 감속하고, 분석구간의 종점부근에 합류부의 연결로 구간을 진입하기 전에도 급격히 감속하는 주행특성을 나타냈다.

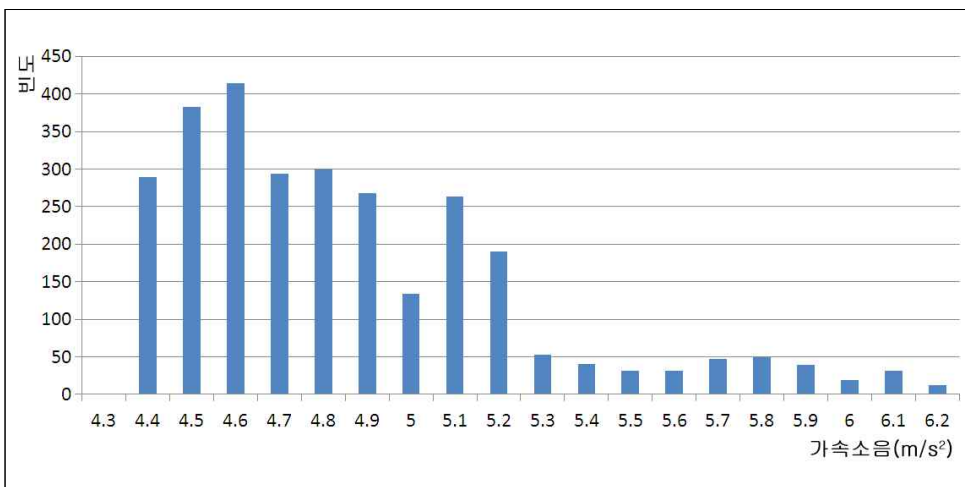
가속소음은 주로 분류부, 합류부의 연결로를 통과하는 구간에서 증가하였다. 주행속도가 낮은 구간에서 과속단속카메라를 지난 후 가속소음은 급격히 증가했고, 주행속도가 높은 구간에서는 과속단속카메라 이전에 가속소음이 급격히 커져갔다. 이런 현상은 가속소음이 분류부, 합류부의 영향뿐만 아니라 과속단속카메라의 영향도 많이 받는다는 것을 설명한다. 현재 대부분 차량들에 설치된 네비게이션에는 과속단속카메라의 설치위치 정보가 배포되어 있다. 운전자들이 과속단속카메라의 위치정보를 파악하고 주행속도가 제한속도보다 높을 경우 과속단속카메라 앞에서만 속도를 제한속도이하로 감소시키는 ‘캥거루 운행’행태가 가속소음을 증가시키는 것으로 판단된다.

분석대상구간을 주행하는 표본차량들의 평균속도분포는 <그림 14>와 같다. $22.9\sim 23.2\text{m/s}^2$ 와 26m/s^2 이상인 속도의 빈도가 높게 나타났고 22.9m/s^2 이하의 빈도는 매우 낮게 나왔다. 이는 대부분 구간이 $22.9\sim 23.2\text{m/s}^2$ 와 26m/s^2 상태로 주행하고 23.2m/s^2 와 26m/s^2 사이의 평균속도 구간은 차량이 상대적인 저속에서 고속으로 과도하는 과정이라고 판단된다. 본 연구에서 사용한 평균속도는 지점속도를 산술평균한 것이기 때문에 수치적으로 차이가 있을 수 있으나 여기서 대부분의 차량들이 80kph인 제한속도 보다 높은 속도로 주행하였음을 알 수 있다. 이는 서울시설공단에서 배포한 『도시고속도로 속도자료 통계(2013년 12월)』에서 본구간의 평균속도 자료에도 반영이 되어 있다. 22.9m/s^2 이하의 빈도가 매우 낮다는 것은 본 연구에서의 분석구간에 혼잡이 적게 발생하는 구간임을 판단 할 수 있다.



<그림 14> 전체구간에서 평균속도분포

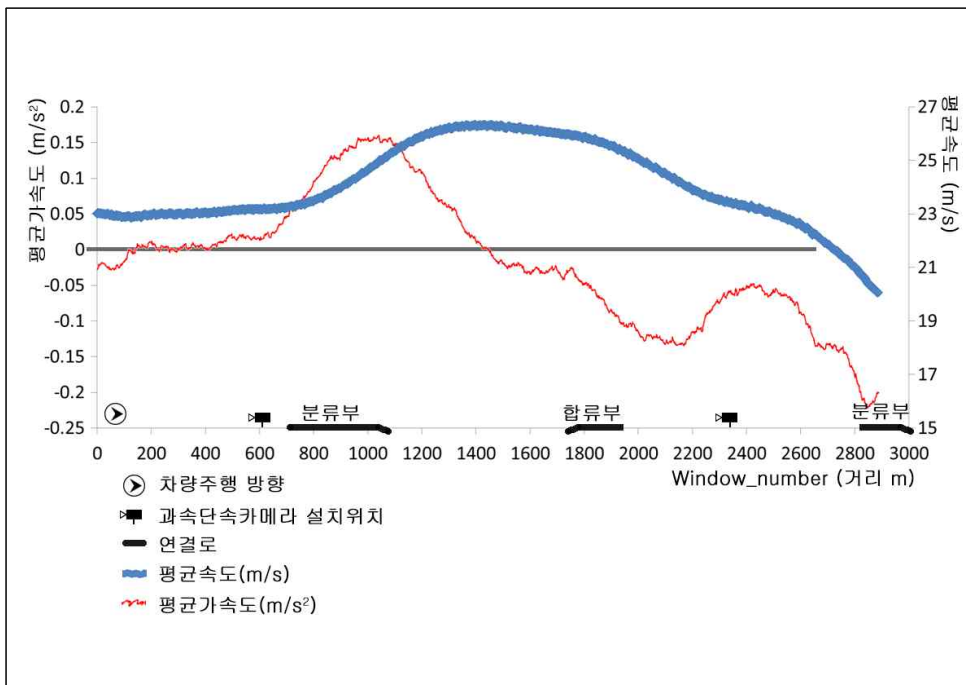
전체구간에서 가속소음의 분포는 <그림 15>와 같다. 최소치는 4.4m/s^2 이고, 최대치는 6.2m/s^2 이다. 대부분이 5m/s^2 이하에 분포되어 있다. 5m/s^2 이상의 경우 5.1m/s^2 와 5.2m/s^2 에 많이 분포되어 있고 그 이상은 매우 적게 분포되어 있다.



<그림 15> 전체구간에서 가속소음분포

도로의 기하구조나 기타 주행조건에 따라서 가속구간, 주행구간, 감속구간으로 구분할 수 있다. 가속구간, 주행구간, 감속구간에서 운전자의 운전행태는 서로 다르다고 판단하고 본 연구에서는 Window별로 평균 감·가속도의 부호를 이용하여 분석구간을 가속구간, 감속구간으로 구분하였다. 본 연구의 분석대상구간은 3.3km이고, 단속카메라 분류부, 합류부의 연결로 등의 영향으로 일정시간 동안 지속적으로 주행하는 특성을 보이는 구간은 나타나지 않았다.

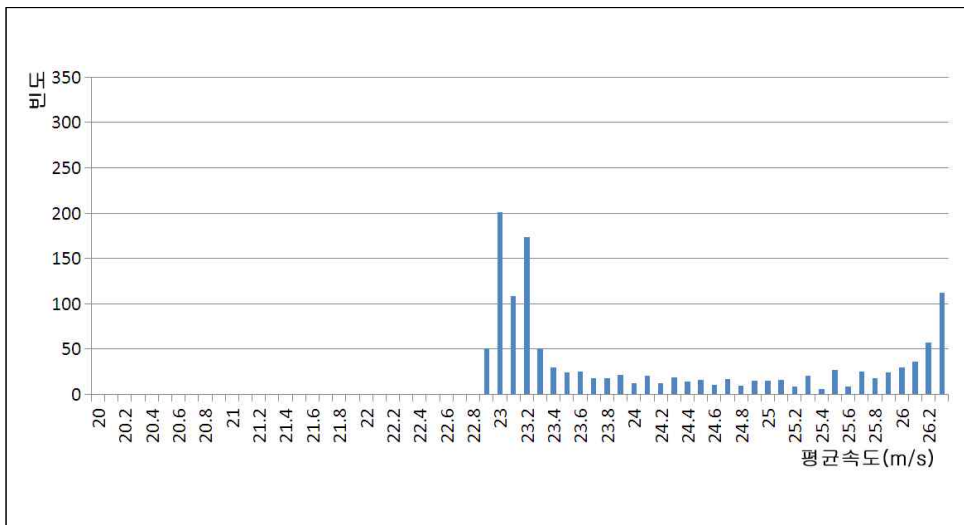
따라서 본 연구에서는 가속구간과 감속구간만 구분하고 주행구간은 구분하지 않았다. <그림 16>는 분석대상구간을 평균가속도의 부호로 가속구간과 감속구간으로 구분한 것이다. Window별 평균가속도가 0보다 큰 경우 가속구간으로 간주하고, Window별 평균가속도가 0보다 작은 경우를 감속구간으로 간주하고 구분하였다.



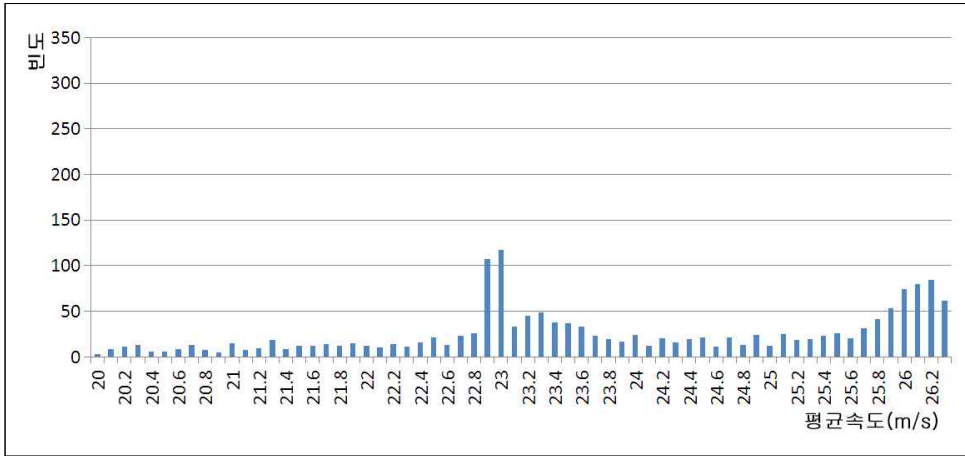
<그림 16> 분석대상구간을 가속구간과 감속구간으로 구분

가속구간을 진입한 차량들은 대부분 곡선구간을 지났거나 안양천로에서 진입한 차량들로서 상대적으로 낮은 속도로 진입하면서 점차 평균속도가 증가하는 추세로 나타났다. 감속구간에 진입한 차량들은 가속구간에서 충분히 가속을 하여 높은 속도로 진입하였지만 과속단속카메라, 분류부, 합류부의 연결로 등의 영향요인으로 인하여 평균속도가 점차 감소하고 있음을 알 수 있고, 영향요인에 따라서 가·감속의 변화도 큼을 알 수 있다.

가속구간과 감속구간을 구분하여 운전자의 운행특성을 파악하기 위해 Window별 평균속도분포와 가속소음분포를 가속구간과 감속구간으로 구분하였다. <그림 17>은 가속구간에서의 Window별 평균속도분포이고 <그림 18>은 감속구간에서의 Window별 평균속도분포이다. 가속구간의 평균속도분포를 보면 평균속도가 23m/s와 23.2m/s인 경우의 빈도가 가장 높고 평균속도가 22.9m/s보다 낮은 속도는 존재하지 않았다. 감속구간에서는 22.9m/s와 23m/s의 빈도가 높은 편이고 가속구간에 비해 25.8m/s이상의 평균속도분포가 높게 나타났다.

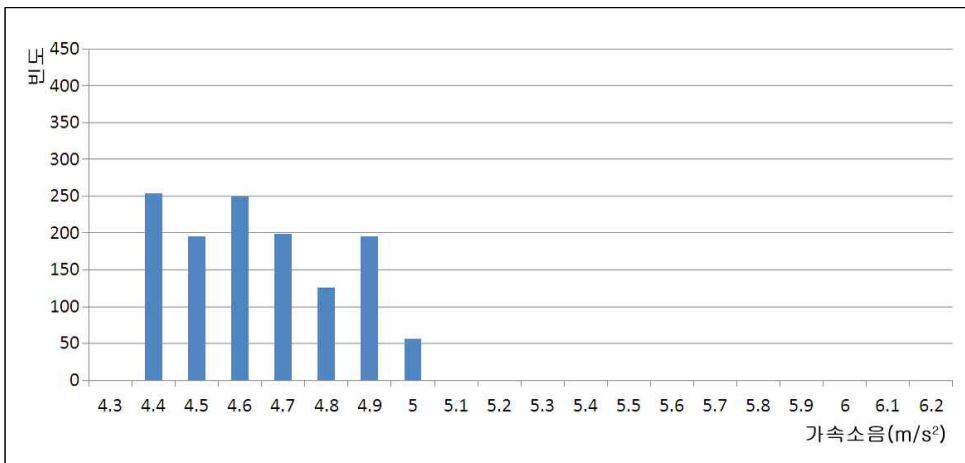


<그림 17> 가속구간 평균속도분포



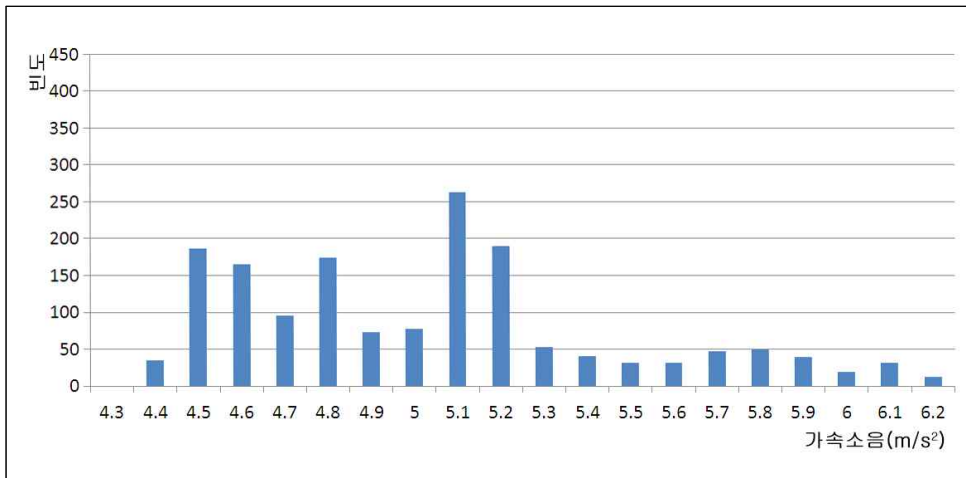
<그림 18> 감속구간 평균속도분포

<그림 19>는 가속구간에서의 가속소음 분포이고, <그림 20>은 감속구간에서의 가속소음 분포이다. 가속구간에서 가속소음의 분포는 모두 5m/s^2 이하에 분포되어 있었다. 최소치는 4.4m/s^2 이고 최대치는 5m/s^2 이다, 감속구간에서 최소치는 4.4m/s^2 이고 최대치는 6.2m/s^2 이며 가속구간보다 분포된 범위가 넓었다.



<그림 19> 가속구간 가속소음분포

가속구간과 감속구간에서 운전자의 운전특성이 어떻게 다른지 분석하기 위하여 Window별 평균속도분포와 Window별 가속소음분포를 가속구간과 감속구간으로 구분하여 비교하였다. 그 결과 운전자는 감속구간에서가 가속구간에서보다 운행할 때 나타나는 속도의 범위나, 가속소음의 범위가 더 넓었고, 가속은 낮은 속도에서가 아니라 제한속도에 가까운 속도상태에서 가속행태가 강하게 나타났고 감속은 아주 낮은 속도상태거나 제한속도보다 훨씬 높은 속도상태에서 감속하는 행태가 더욱 강하게 나타났다.



<그림 20> 감속구간 가속소음분포

3. 분석대상구간 분석

운전자들이 가속구간과 감속구간에서 현저히 다른 운전행태를 나타내고 있는 원인을 파악하기 위하여 가속구간의 주행환경과 감속구간의 주행환경에서 차량의 주행에 영향을 줄 수 있는 요인을 살펴보았다.

1) 가속구간 주행환경

본 연구의 분석대상구간은 올림픽대로(안양천로 입구~강서로 출구)의 3.3km 구간이다. 차량의 주행방향은 동남에서 서북이다. 여기서 분석대상구간을 진입하는 구간은 고속도로의 곡선구간을 지나서 염창IC와 안양천로의 진입로를 지나온 구간이다.

따라서 대부분의 차량은 속도가 낮은 상태에서 직선구간에 진입하면서 가속을 하는 행태를 나타내고 있다. 이런 행태는 대개 가양대교의 진입로 직전까지 나타나고 있다. 이는 가양대교방향의 진출구의 연결로가 300m로 상대적으로 길기 때문에 진출로에서 진입하는 차량들이 주도로를 주행하는 차량들의 운행에 영향을 적게 미치는 것으로 판단된다. 이 구간에 과속단속카메라가 있으나 대부분의 차량의 속도가 상대적으로 낮기 때문에 운전자들이 단속카메라에 의해서 속도감소 행동을 보이지는 않지만, 과속단속카메라를 지나는 순간부터 차량의 속도가 급하게 증가하는 것으로 나타났다.

2) 감속구간 주행환경

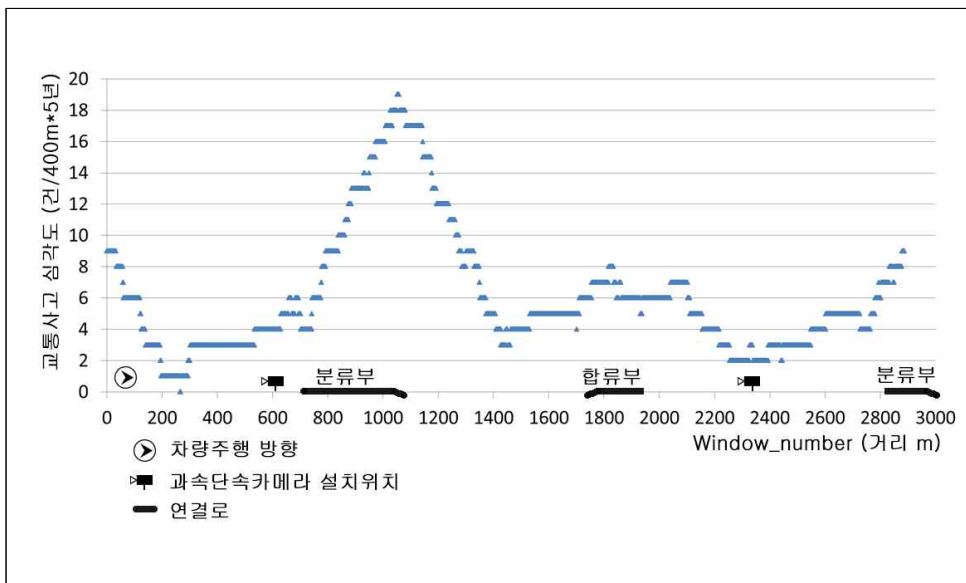
분석대상구간에서 가양대교와 교차하는 구간을 지나면 가양대교에서 진입하는 차량들이 진입할 수 있는 합류지점이 있는데 진입구의 연결로는 100m 정도이다. 이 구간부터 주도로를 높은 속도로 주행하는 차량들

이 진입로로부터 진입하는 차량들의 영향으로 감속하는 행태를 보인다.

또한 진입로를 지나면서 단속카메라가 있어서 차량들이 제한속도인 80kph보다 높은 평균속도를 유지하면서 주행하고 있기 때문에 단속카메라의 영향으로 급한 감속 행태가 나타난다. 단속카메라를 지나면서 차량들의 감속행태는 점차 없어지고, 발산역 방향의 진출구 부분 연결로 길이 100m로 짧기 때문에 다시 감속행태가 나타난다고 판단된다.

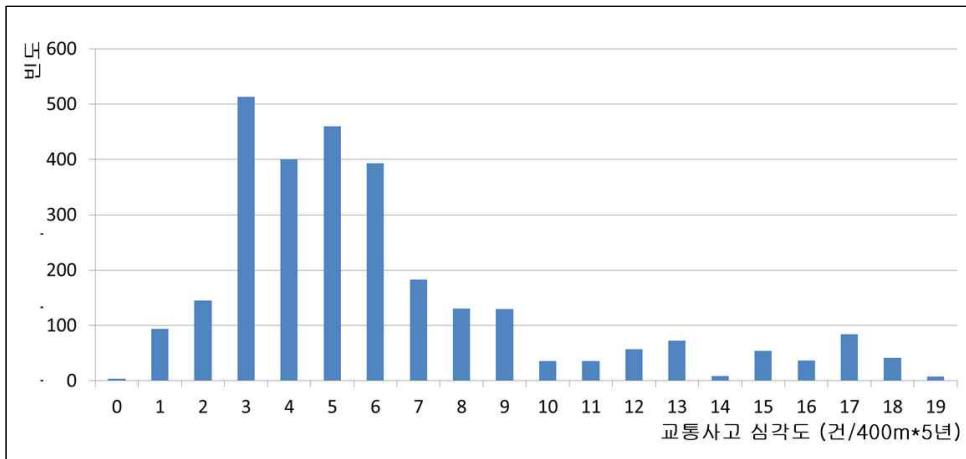
4. 교통사고 데이터 분석

교통사고 데이터를 Window별로 구축 결과 분석구간에서 사고심각도 현황은 <그림 21>과 같았다. 주로 분류부를 지난 후, 합류 과정에서 사고가 많이 발생했고 다음으로 과속단속카메라 전·후에 사고가 많이 발생하였다.



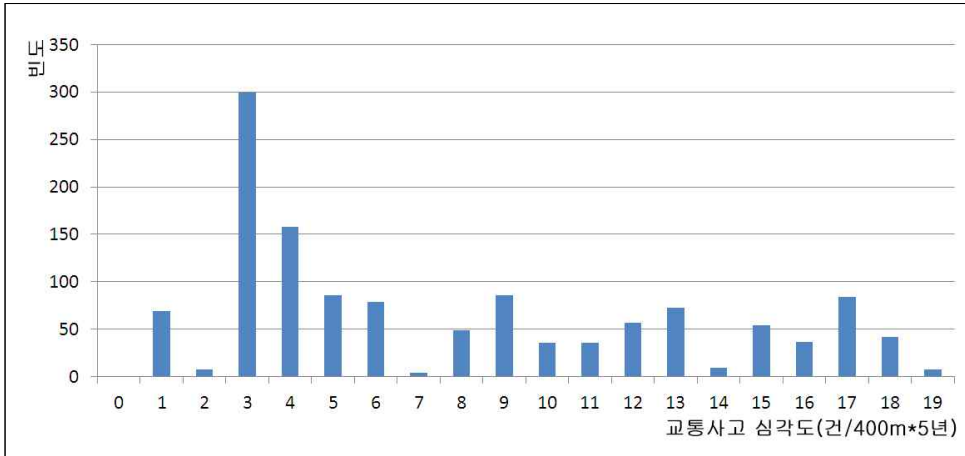
<그림 21> Window별 교통사고 건수

전체 분석구간에서 Window별 사고심각도의 빈도는 <그림 22>와 같이 얼랑분포(Erlang Distribution)를 나타내고 있었다. 교통사고 심각도가 5년간 400m구간에서 3~6건일 때의 빈도가 높게 나타났고, 가장 심각한 교통사고 심각도는 5년간 400m구간에서 19건으로 나타났다. 400m구간에서 5년간 3~6건의 빈도가 높게 나왔다는 것은 대 부분구간이 사고가 적게 발생했음을 설명한다. 5년간 10건 발생한 사고를 기준으로 보다 교통사고 심각도가 높은 지점을 보면 13건, 15건, 17건으로 빈도가 높게 나타났다.



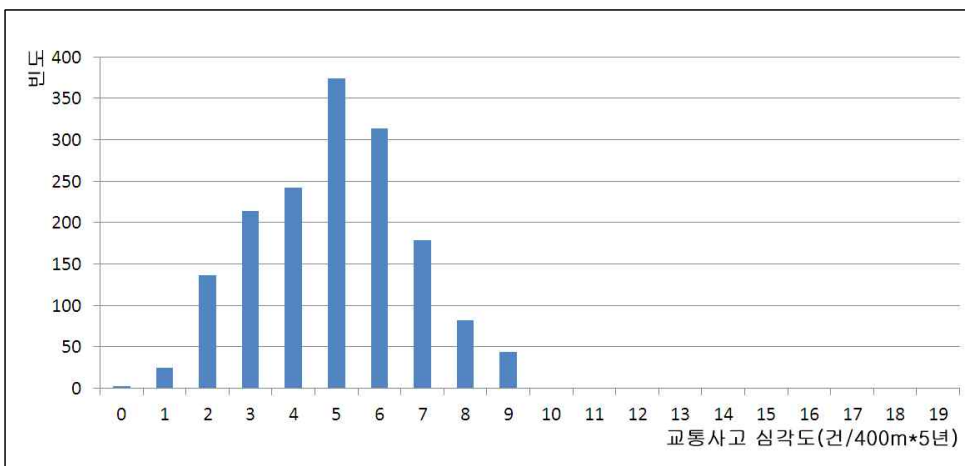
<그림 22> 전체구간 교통사고 심각도 분포

가속구간과 감속구간에서 차량의 운행특성이 다르기 때문에 교통사고 심각도 분포도 현저한 차이가 난다. <그림 23>에서 가속구간의 교통사고 심각도 분포를 보면 3건/400m*5년과 4건/400m*5년의 분포를 제외하면 교통사고 심각도의 분포는 거의 균일하게 분포되었다. 특히 전체구간에서의 교통사고 심각도 중 교통사고 심각도가 10건/400m*5년 이상의 분포가 모두 가속구간에 분포되었다. 이는 대부분의 사고 잦은 구간은 가속구간에 분포되었음을 설명한다.



<그림 23> 가속구간 교통사고 심각도 분포

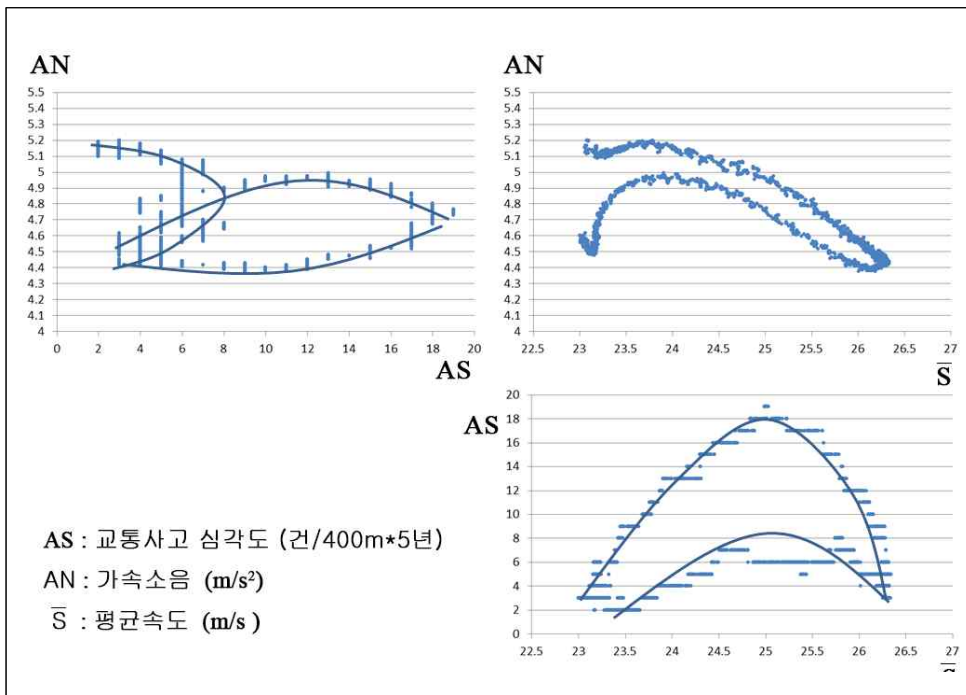
<그림 24> 감속구간 교통사고 심각도 분포를 보면 교통사고 심각도가 9건/400m*5년 이상의 경우 교통사고 심각도의 빈도는 0으로 나타났다. 이는 감속구간에서는 교통사고가 가속구간보다 상대적으로 적게 발생함을 설명한다. 즉 운전자가 주행할 때 주행환경에 따른 능동적 행위가 강한 구간에서 교통사고가 많이 발생하고 운전자가 주행할 때 주행환경에 따른 피동적 행위가 강한 구간에서 교통사고가 상대적으로 적게 발생함을 설명한다.



<그림 24> 감속구간 교통사고 심각도 분포

5. 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계 분석

종속변수인 교통사고 심각도와 설명변수인 가속소음, 평균속도간의 관계를 분석하기 위하여 <그림 25>와 같이 교통사고 심각도, 가속소음, 평균속도 세 변수간의 관계를 동시에 표현하였다. 가속소음과 평균속도간의 관계는 두 가지 케이스로 구분할 수 있다. 이는 가속구간과 감속구간에서 운행행태가 서로 다를 것을 설명한다. 다음 교통사고 심각도와 평균속도간의 관계도 두 가지 케이스로 구분할 수 있다. 역시 가속구간과 감속구간에서 교통사고 심각도와 평균속도간의 관계가 서로 다를 것을 설명한다. 마지막으로 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계를 보면 세 가지 케이스가 나타났다. 이는 가속구간과 감속구간에서의 차이가 있고 고속구간과 저속구간에서 차이가 있음을 설명한다.

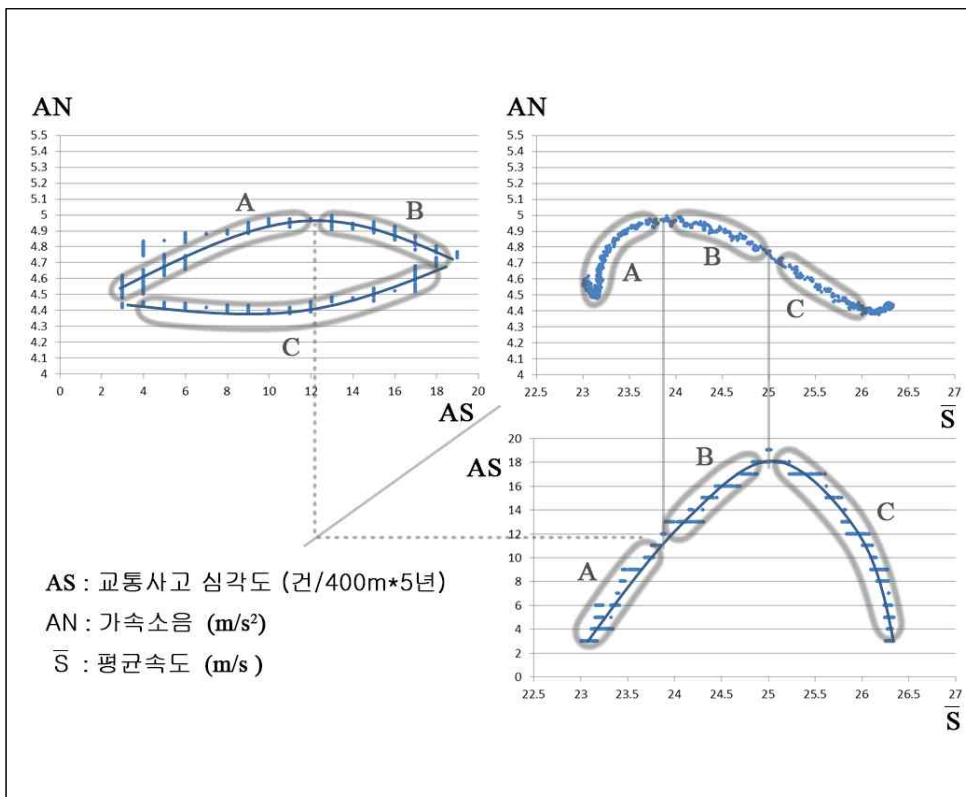


<그림 25> 전체구간에서 변수간의 관계

가속구간과 감속구간에서 교통사고 심각도, 가속소음, 평균속도 세 변수간의 관계는 확연한 차이가 있음을 알 수 있다. 그러므로 가속구간과 감속구간을 구분하여 분석할 필요가 있다.

1) 가속구간에서 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계

가속구간에서 종속변수인 교통사고 심각도와 설명변수인 가속소음, 평균속도의 관계는 <그림 26>와 같이 나타났다. <그림 26>에서 가속구간을 구분하는 기준은 가속소음이 가장 높을 때의 속도와 교통사고 심각도가 가장 높을 때의 평균속도를 기준으로 A, B, C구간으로 구분하였다.



<그림 26> 가속구간의 교통사고 심각도와 변수간의 관계

가속소음이 가장 높을 때의 평균속도 23.8m/s 기준으로 이 보다 낮은 구간을 A, 높은 구간을 B로 구분하고, 평균속도가 25m/s보다 높은 구간을 C로 구분하였다. 교통사고 심각도와 평균속도의 관계에서 평균속도가 25m/s보다 작은 경우(A, B구간) 교통사고 심각도는 속도가 증가함에 따라 증가하고, 평균속도가 25m/s보다 클 경우(C구간) 속도가 증가함에 따라 교통사고 심각도는 감소하는 것으로 나타났다.

교통사고 심각도와 가속소음과의 관계에서는 차량들의 평균속도가 제한속도보다 낮은 A구간에서 가속소음이 커짐에 따라 교통사고 심각도가 증가하는 것으로 분석되었으며 이는 본 연구의 가설과도 일치하는 결과이다.

차량들의 평균속도가 제한속도보다 높은 B구간의 경우 차량들의 평균속도가 높아짐에 따라 교통사고 심각도가 증가하고, 가속소음과는 반비례 관계를 보이는 것으로 분석되었다. 차량들이 제한속도 이상으로 고속주행을 한다는 것은 차량혼잡의 정도가 미미하다는 것을 의미하고, 이때 차량들의 평균속도는 증가하지만 가속소음은 감소하는 추세로 나타난다.

하지만 B구간의 가속소음은 높은 수준으로 차량의 상대속도가 이질적인 특성을 갖기 때문에 평균속도가 증가함에 따라 교통사고 심각도 역시 증가하는 것으로 판단된다. C구간에서는 차량들의 평균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하고, 교통사고 심각도 역시 감소하는 것으로 분석되었다. 이는 가속소음은 A구간과 B구간에 비해 낮은 수준이므로 차량들의 상대속도가 동질적인 특성을 갖기 때문에 차량들의 평균속도가 증가함에도 불구하고 교통사고 심각도는 감소하는 것으로 판단된다.

<표 9>는 가속구간에서의 교통사고 심각도와 평균속도, 가속소음의 변화를 정리한 것이다. 평균속도가 23.8m/s보다 작은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 증가하는 것으로 분석되었다. 평균속도가 23.8m/s보다 크고, 25m/s보다 작은 구간에서는 평

균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하는 반면 교통사고 심각도는 증가하였다. 평균속도가 25m/s보다 큰 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 감소하는 것으로 분석되었다.

<표 9> 가속구간에서의 교통사고 심각도 변화

구간	구분기준	평균속도 (\bar{S})	가속소음 (AN)	교통사고 심각도 (AS)
A	$\bar{S} < 23.8\text{m/s}$	증가	증가	증가
B	$23.8\text{m/s} < \bar{S} < 25\text{m/s}$	증가	감소	증가
C	$\bar{S} > 25\text{m/s}$	증가	감소	감소

2) 감속구간에서 가속소음과 교통사고 심각도간의 관계

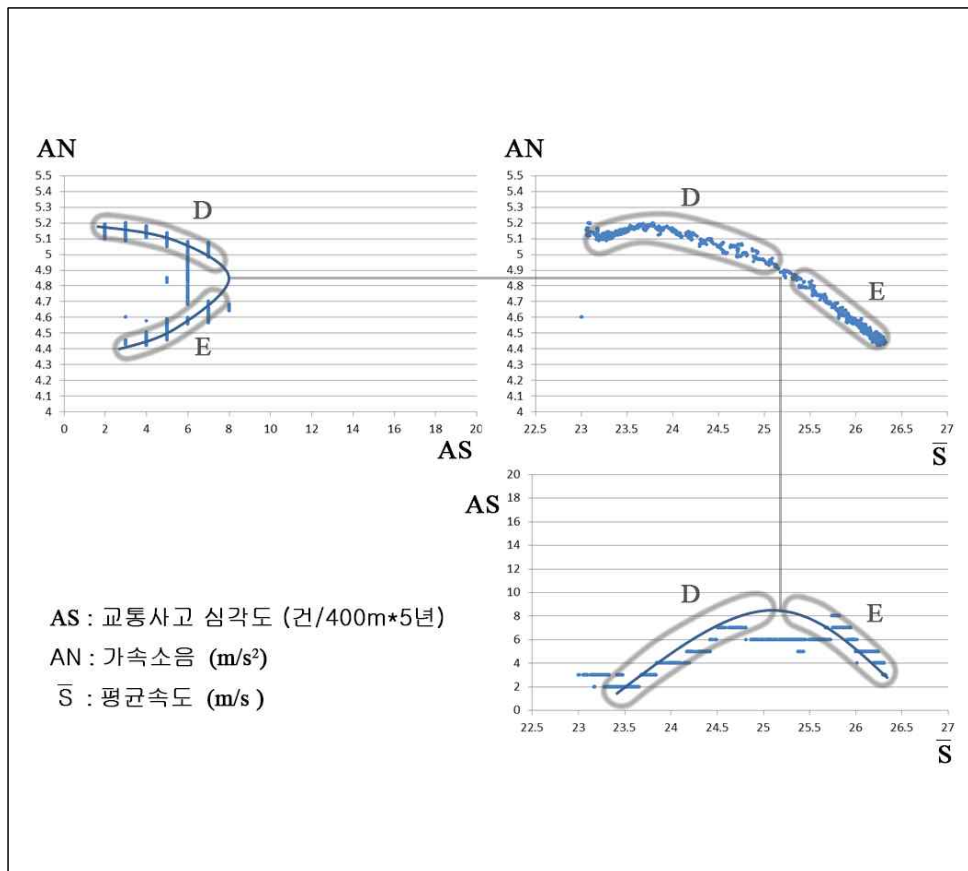
감속구간에서 교통사고 심각도와 가속소음, 평균속도의 관계는 <그림 27>과 같이 나타났다. 감속구간의 분석은 D, E구간으로 구분하여 수행하였다. 구간을 구분한 기준은 교통사고 심각도가 가장 높을 때의 평균속도인 25.2m/s를 기준으로 이 보다 낮은 평균속도 구간을 D, 높은 평균속도 구간을 E로 구분하였다.

D구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하고, 교통사고 심각도는 증가한다. 즉, D구간에서는 가속소음과 교통사고 심각도는 반비례 관계로 분석되었다. 이는 D구간의 차량들의 가속소음이 높아 차량들의 상대속도가 이질적인 특성을 갖고 있기 때문이라고 판단된다.

반면에 E구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 감소하는 것으로 분석되었으며, 가속소음과 교통사고 심각도는

정비례관계로 나타났다. 이러한 결과는 E구간은 D구간에 비해서 가속소음이 상대적으로 낮기 때문에 차량들의 상대속도가 동질적인 이기 때문이라고 판단된다.

감속구간에서 교통사고 심각도가 가장 심각한 구간은 분석대상구간의 종점부분인 발산역으로 나가는 분류부 근처로 나타났다. 이 분류부는 진출부 연결로의 길이가 100m정도로 짧기 때문에 진출차량이 주도로를 주행하는 차량의 운행에 영향을 많이 미치는 것으로 판단할 수 있다.



<그림 27> 감속구간의 교통사고 심각도와 변수간의 관계

<표 10>은 감속구간에서의 교통사고 심각도와 평균속도, 가속소음의 변화를 나타낸 것이다. 평균속도가 25.2m/s보다 작은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하는 반면 교통사고 심각도는 증가하였다. 평균속도가 25.2m/s보다 큰 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 감소하였다.

<표 10> 감속구간에서의 교통사고 심각도 변화

구간	구분기준	평균속도 (\bar{S})	가속소음 (AN)	교통사고 심각도 (AS)
D	$\bar{S} < 25.2\text{m/s}$	증가	감소	증가
E	$\bar{S} > 25.2\text{m/s}$	증가	감소	감소

6. 소결

도로 주행환경에 따른 운전행태의 변화에서 추출한 설명변수의 변화량과 교통사고 심각도를 분석하기 위해 Moving Window기법을 활용하였다. 가속구간과 감속구간으로 구분하여 분석하였다.

분석결과 가속구간과 감속구간에서 차량의 운행행태가 선명한 차이점을 갖고 있음을 뿐만 아니라 교통사고심각도와 가속소음, 평균속도와 관계도 확인한 차이를 갖고 있음을 분석하였다.

가속구간은 평균속도가 23.8m/s보다 작은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 증가하였다. 평균속도가 23.8m/s보다 크고 25m/s보다 작은 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하였지만 교통사고 심각도는 증가하였다. 평균속도가 25m/s보다 큰 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 감소한다는 분석결과를 도출하였다.

감속구간은 평균속도가 25.2m/s보다 작은 구간에서 평균속도가 증가함에 따라 가속소음은 감소하지만 교통사고 심각도는 증가하였다. 평균속도가 25.2m/s보다 큰 구간에서는 평균속도가 증가함에 따라 가속소음과 교통사고 심각도가 감소한다는 분석결과를 도출하였다.

가속행위가 강한 구간이 감속행위가 강한 구간보다 교통사고 심각도는 더 높은 것으로 분석되었고, 가속소음은 가속구간이 감속구간보다 전체적으로 낮게 분석되었다.

실제 분석대상구간의 주행환경에서 교통사고는 진출입구의 연결로 부분이 짧거나 과속단속카메라를 설치한 위치 전 후에 사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다. 평균속도가 제한속도보다 낮은 경우 과속단속카메라를 통과한 후의 분석대상구간에서 교통사고가 많이 발생하였고, 평균속도가 제한속도보다 높은 경우에는 단속카메라 이전의 분석대상구간에서 교통사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구는 많은 연구자들이 교통사고를 설명하기 위해 이용한 교통량, 기하구조, 토지이용, 시설물 등 도로환경을 나타내는 변수 외에 실제 운전자가 주어진 도로환경에서 운행할 때 주행환경을 반영할 수 있는 운전행태가 얼마나 교통사고를 충분히 설명할 수 있는지를 가속소음을 활용하여 연구를 진행하였다.

법인택시의 블랙박스 데이터에서 차량운행기록 데이터와, TAAS의 교통사고 데이터를 이용하여 교통사고 심각도를 분석하였다. 블랙박스 데이터와 교통사고 데이터를 함께 고려하기 위하여 Moving Window기법을 이용하였다. Window별로 집계된 교통사고 심각도를 종속변수로 하고, 가속소음, 평균속도를 설명변수로 설정하였다.

분석대상구간을 가속구간과 감속구간으로 구분하여 분석한 결과 운전자가 주행할 때 주행환경에 따른 능동적 행위가 강한 가속구간에서 교통사고가 많이 발생하고 운전자가 주행할 때 주행환경에 따른 피동적 행위가 강한 감속구간에서 교통사고가 상대적으로 적게 발생하였다.

가속구간에서 평균속도가 23.8m/s보다 작거나 25m/s보다 클 경우 교통사고 심각도는 가속소음이 증가함에 따라 증가하였고, 평균속도가 감소함에 따라 감소하는 관계를 갖는 것으로 분석되었다. 평균속도가 23.8m/s와 25m/s사이인 경우에는 교통사고 심각도와 설명변수간의 관계가 반비례관계로 나타났다.

감속구간에서는 평균속도가 25.2m/s보다 작을 경우 교통사고 심각도는 가속소음과 반비례관계를 보였으며, 평균속도가 25.2m/s보다 클 경우 교통사고 심각도는 가속소음과 정비례관계를 보이는 것으로 분석되었다. 교통

사고는 감속구간보다 가속구간에서 더 많이 발생하였고, 평균속도가 25m/s, 가속소음이 4.7m/s일 때 가 가장 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

차량운행행태와 도로주행환경 그리고 교통사고지점과의 비교를 통하여 교통사고는 연결로가 짧은 합류부나 분류부에 차량들이 진출입하기 이전에 많이 발생하는 것으로 분석되었다. 또한 평균속도가 제한속도보다 클 경우 단속카메라가 있는 지점에 진입하기 이전에 차량이 감속하는 단계에서 교통사고가 많이 발생하고, 평균속도가 제한속도보다 낮거나 비슷할 경우 단속카메라가 있는 지점을 통과한 이후에 차량이 가속하는 단계에서 교통사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구의 한계점과 향후과제는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 제시한 방법론 중 기하구조, 교통사고 데이터, 차량운행기록 데이터를 집계하여 분석하기 위하여 사용한 Moving Window 기법은 Window의 적정길이와 이동하는 적정 단위거리가 객관성을 갖지 못하는 한계점이 있으므로 Window의 길이와 이동하는 거리의 변화에 따라 분석결과가 달라질 수 있다. 따라서 향후에는 속도, 기하구조 등에 따른 Window의 적정길이와 이동하는 적정 단위거리에 대한 후속연구가 필요하다.

둘째, 본 연구에서 활용하지 못한 차량운행기록 데이터의 기타 속성 변수(브레이크 신호, 분당 엔진회전수 등)도 교통사고를 설명할 수 있는 중요한 변수가 될 수 있기 때문에 이 변수들을 활용한 교통사고 분석에 관한 연구들도 필요하다고 생각한다.

셋째, 본 연구에서 설정한 분석대상구간은 혼잡이 많이 발생하지 않는 구간이므로 혼잡이 빈번하게 발생하는 구간에서의 차량운전행태가 교통사고 심각도 미치는 영향은 파악하지 못한 한계점이 있다. 따라서 본 연구의 결과를 혼잡이 빈번한 구간에 적용하는 것은 적합하지 못하므로 도시부 교차로 및 혼잡한 구간에 대한 교통사고 분석이 필요하다.

넷째, 본 연구에서 교통사고 데이터의 유형을 구분할 때 운전행태와 관련된 교통사고유형에 대해서 표준화된 분류방법을 제시하지 못하였다. 향후에 차량이 주행하는 도로환경을 잘 반영할 수 있는 운전행태와 관련된 교통사고유형 분류하는 객관적인 방법에 대한 연구가 필요하다.

마지막으로 교통사고와 차량운행기록 데이터를 시간대별, 요일별, 날씨 등으로 구분하여 분석에 적용하면 교통사고 심각도를 더욱 잘 설명할 수 있을 것이다.

■ 참고문헌

교통공학원론 제2개정판(상), P129-131

김경환, 박병호(2009), 『차량유형에 따른 교통사고 심각도 분석모형 개발』

도로교통공단(2011), 『2011년 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석』

문승라, 이영인(2011), 『계층 이항 로지스틱모형에 의한 고속도로 교통사고 심각도 분석』

문승라, 이영인, 이수범(2012), 『고속도로 본선에서의 교통사고 예측모형 개발』

박병호, 한수산, 김경환(2012), 『로터리 교통사고 심각도 분석』

박성호(2013), 『설계 및 교통요소를 이용한 고속도로 연결로의 교통사고 심각도 예측모형 개발』

서울시설공단(2013), 『도시고속도로 속도자료 통계』

서울특별시, 『교통사고 예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구』

성낙문(2003), 『교통사고 예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구』

심관보, 권기환(1998), 『교통사고 심각도 분석 연구』

엄기중, 이청원(2009), 『가속소음을 활용한 실시간 거시 교통류 모니터링』

오철, 김태형, 이재준, 이수범, 이청원(2008), 『Driving Simulator를 이용한 유출지점 경로안내용 VMS 적정 설치 위치 결정에 관한 연구』

이동민, 김웅철, 성낙문, 김도훈(2008), 『지방부 비신호 교차로 교통사고 심각도 예측모형 개발』

이주연, 정진혁, 손봉수(2008), 『구조방정식모형을 이용한 고속도로 교통사고 심각도 분석』

최새로나, 김미정, 오철, 이기영(2012), 『기상 및 교통조건이 고속도로 교통사고 심각도에 미치는 영향분석』

최재원(2003), 『신호교차로 교통사고 심각도 예측모형개발 및 적용에 관한 연구』

하오근, 오주택, 원제무, 성낙문(2005), 『순서형 프로빗 모형을 이용한 교통사고 심각도 분석』

Drew D. R., C. L. Dudek, and C. J. Kreeese(1967), 『Freeway Level of Service as Described by an Energy-Acceleration Noise Model』

Jin-Tae Kim, G. Courage, S. Washburn and Gina Bonyani(2003)
『Framework for Investigation of Level-of-Service Criteria and Thresholds on Rural Freeways』

Jones T. R. and R. B. Potts(1962), 『The Measurement of Acceleration Noise-A Traffic Parameter』

Joonho Ko, R. Guensler and M. Hunter(2006), 『Variability in Traffic Flow Quality Experienced by Drivers: Evidence from Instrumented Vehicles』

Solomon D.(1964), 『Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle』

ABSTRACT

A Study on Accident Severity Analysis Using Acceleration Noise

Advised by
Prof. Lee, Youngihn

Submitted By
ZHENG, WENXUE

February, 2014

Department of Environmental Planning
Graduate School of Environmental Studies
Seoul National University

Abstract

As an effort to secure the safety on roads, a large number of reactive measures such as improving safety facilities and reforming accident-prone sections have been tried to reduce traffic accidents. The accident rate, however, remains high, and proactive measures are required to reduce the rate fundamentally. For such a purpose, it needs to identify road sections of a higher potential accident rate.

Bigger change in driving speed leads to larger variations to the relative speed between cars, which results in unstable traffic flow, and hence a bigger risk on road. Though a bigger risk on road or the characteristics of traffic flow in congested situations may not necessarily lead to a higher accident rate, it is beneficial to evaluate the risk of road sections to plan proactive measures. However, the only available data to evaluate the risk is from the records of traffic accidents in the past.

Previous works have emphasized road conditions to explain traffic accidents, whereas this study focused drivers' behavioral change depending on the driving environments. The data was collected from the driving record and the traffic accident records for five years since 2008, which was analyzed by a moving window technique to extract the acceleration noise and driving behavior of road sections. The result was used to investigate the relation between the characteristics of traffic flow and the severity of traffic accidents.

The analysis exhibited that the relation between the two aspects showed different characteristics in two categories, namely the

accelerating and the decelerating sections.

In the accelerating sections, the acceleration noise increased on the increasing average speed until it reached 23.8 m/s, and started decreasing after that. The severity of the traffic accidents, however, increased until the average speed reached 25 m/s, and diminished after that. In the decelerating sections, on the other hand, the acceleration noise decreased on the increasing average speed while the severity of the traffic accidents increased when the average speed was below 25.2 m/s. Both of the values diminished when the average speed exceeded 25.2 m/s. The analysis also exhibited that the traffic facilities influenced the drivers' behavior on acceleration and deceleration, which could alter the driving environment.

As a conclusion, the acceleration noise and the speed of cars could be the indices to measure the risk of roads, which could be utilized as extra variables for the models explaining traffic accidents.

.....

◆ Key words : Accident Severity, Acceleration Noise, GPS data

◆ Student Number : 2012-22807